ZORAN POPOVIĆ

METEOROLOGIJA

PRIRUČNIK
ZA UČENIKE OSNOVNIH
I SREDNJIH ŠKOLA

SAVEZ ORGANIZACIJA ZA NAUČNO-TEHNIČKO VASPITANJE
I OBRAZOVANJE MLADIH SRBIJE
BEOGRAD, 1988.

Izdavač: Savez organizacija za naučno-tehničko vaspitanje i obrazovanje mladih Srbije, Beograd, Filipa Filipovića 83

Recenzenti:
Dr. Nikola Potkonjak
Miodrag Novaković

Za izdavača:
Milašin Petrović

Urednik:
Saša Imperi

Tehnički urednik:
Milašin Petrović

Korektura:
Branislava Ivanović

Tiraž:
5000 primeraka

Štampa:
GRO „Kultura", OOUR „Slobodan Jović", Beograd, Stojana Protića 52

Ova oblast i prateće aktivnosti odvijaju se u okviru rada Republičkog, regionalnih i opštinskih saveza, saveta i komisija za naučno-tehničko vaspitanje i obrazovanje mladih.

Celokupna aktivnost i rad klubova mladih tehničara u osnovnoj i srednjoj školi, odvija se u okviru rada naučno-tehničkih sekcija iz pojedinih oblasti nauke i tehnike. Savez organizacija za naučno-tehničko vaspitanje i obrazovanje mladih, sa udruženim organizacijama Narodne tehnike inženjera i tehničara i razvija među pionirima i omladinom delatnosti u oblasti nauke i tehnike, kulture iz saobraćajno-tehničkog i radno-proizvodnog stvaralaštva.

Naučno-tehničke sekcije su osnovne organizacije u kojima se učenici udružuju i sami planiraju i izvode ukupnu aktivnost i rad, a u skladu sa intencijama Zajedničkog plana i programa škole i u duhu programskih načela Samoupravnog sporazuma i Statuta Saveza — Saveta organizacija na naučno-tehničko vaspitanje i obrazovanje mladih.

Naučno-tehnička sekcija predstavlja najpogodniji organizacioni oblik za okupljanje učenika na naučno-tehničkom i proizvodnom radu, gde oni stiču mnoga znanja, umenja i navike koje su usko povezane sa nastavom tehničkog obrazovanja, fizike, hemije, matematike, biologije, elektrotehnike i dr. i to svoje znanje proširuju u skladu sa svim onim što donose savremena dostignuća nauke saobraćaja, mašinstva, građevinarstva, poljoprivrede i tehnike.

Kroz kolektivan rad mladi stiču i osnovna znanja o ekonomici i samoupravljanju, razvijaju radno i tehničko stvaralaštvo, samostalno planiraju, rade, konstruišu i rukuju tehničkim uređajima i sredstvima.

Naučno-tehnička sekcija i rad u klubu, doprinose pravilnoj orijentaciji učenika za izbor životnog poziva i omogućuju im da otkrivaju i afirmišu svoju ličnost, svoje vrednosti i mogućnosti, stiču veru u svoje znanje i stvaralaštvo, i upoznaju pojedine delatnosti iz oblasti nauke, tehnike i tehnologije i dr. Iz masovnog rada otkrivaju se stvaraoci i talenti.

Organizaciju, život i rad u naučno-tehničkim sekcijama treba postaviti tako da podstiču želju svakog člana da ima svoje mesto u kolektivu, da ostvaruje određeni rad, da ispunjava zahteve zajedništva i da oseća stvaralačko zadovoljstvo.

Ovako formirane naučno-tehničke sekcije, omogućavaju veću inicijativu članstva, razvijaju kod njih odgovornost pred kolektivom za svoj rad i ponašanje, istrajnost u poslu, svest o društvenoj vrednosti svakog pojedinca, njegov odnos prema kolektivu i kolektiva prema pojedincu.

Neophodno je razvijati takmičarski duh učenika i funkcije samoupravljanja izborom organa naučno-tehničke sekcije odnosno kluba, diskusijom, odlučivanjem, odgovornim izvršavanjem zadataka.

Naučno-tehnička sekcija ili klub, organizuju, seminare ili kurseve za sve članove i to u tri faze: za početnike — za one koji su već nešto postigli, srednji ili viši za one koji se posebno ističu.

U klubovima mladih tehničara i Narodne tehnike postoji više sekcija koje se mogu formirati prema oblastima nauke i tehnike. Koje će sekcije u klubu biti organizovane zavisi od sredine i od interesovanja članova.

Osim osnovnog programa rada naučnotehničke sekcije i klubovi, treba da razvijaju i druge aktivnosti od zajedničkog interesa, kao što su posete srodnim organizacijama naučnog i tehničkog stvaralaštva i sl. Savez i saveti za naučno-tehničko vaspitanje i obrazovanje mladih, prate i razvijaju rad sekcija, kluba i drugih specijalizovanih organizacija iz nauke i tehnike.

U radu naučno-tehničkih sekcija učestvuju nastavnici tehničkog obrazovanja, fizike, hemije, biologije, matematike, građevinarstva, mašinstva, elektrotehnike, elektronike, poljoprivrede i drugih predmeta, zatim aktivisti iz privrede, saveza inženjera i tehničara stručnih udruženja i roditelji učenika.

Cilj i zadaci su:

— da se učenici upoznaju sa osnovnim tehničkim zakonitotsima na kojima počivaju tehnika i tehnologija,

— da učenicima pruži potrebna teorijska saznanja o materijalima i tehničkim komponentama, odnosno dovoljnu teorijsku podlogu u cilju razvijanja interesa učenika za njihov samostalan praktičan rad,

— da učenike osposobi da na crtežima i šemama prenose svoje zamisli, da ih nauči čitanju ovih i ostvarivanju zamisli predstavljenih crtežima,

— da osposobi učenike za praktičan rad i stručnu analizu principa rada svih samostalnih tvorevina,

— da konkretnije uvode učenike u naučno-tehničke oblasti za koje se interesuju i pokazuju posebne naklonosti,

— da razvijaju interesovanje za pojedine grane tehnike i njihov značaj u savremenom životu i da obaveštavaju učenike o njihovim dostignućima u tim oblastima,

— da učenici detaljnije upoznaju pojedine tehničke oblasti kako bi zadovoljili svoje želje i razvijali konkretne sposobnosti (radne, konstruktorske, pronalazačke i druge),

— da podstiču razvoj stvaralaštva u tehničkoj oblasti za koju učenici poseduju izrazite sposobnosti,

— da praktičnim radom učenici ovladavaju radnim operacijama koje su specifične za konkretnu tehničku aktivnost.

Sadržaji rada

Kroz različite oblike rada, sadržaji treba tokom školske godine da se usklađuju i sa takmičarskim propozicijama koje utvrđuje Savez za naučno-tehničko vaspitanje i obrazovanje mladih. Propozicije omogućavaju da se na kraju školske godine pokažu rezultati, odnosno uspešnost pojedinaca i pojedinih sekcija. Školske, opštinske, regionalne, republička i savezna smotra, treba da predstavljaju stimulans da se stručnim nadmetanjima dođe do što boljih rezultata, za koje se dobijaju i odgovarajuća priznanja. Uz to, učešće na smotrama pruža i mogućnost za

poznanstva i razmenu iskustva sa vršnjacima iz drugih mesta, upoznavanje raznih krajeva naše zemlje, kao i za susrete sa vrhunskim stručnjacima iz pojedinih oblasti nauke i tehnike.

U školi se mogu osnivati sekcije iz raznih oblasti a klub treba da ima najmanje pet—sedam sekcija, da pruži što veći izbor učenicima da ostvare svoje interese i afinitete a obzirom na lokalne specifičnosti mogu i trebaju osnivati i druge.

Milašin Petrović

PREDGOVOR

Veći deo radova u ovoj knjizi izlagan je na jugoslovenskim savetovanjima i štampan u „Zborniku radova" ili posebnim publikacijama.

Ove radove od 1975. do 1988. godine su pročitali i dali manje primedbe stručnjaci i rukovodioci u Republičkom hidrometeorološkom zavodu SR Srbije (meteorolozi S. Plazinić, R. Dražeta, D. Klajić, R. Vojnović-Kljajić, M. Mioković, N. Miljković, K. Milosavljević, S. Maksimović, hidrolozi — B. Tripić, D. Janković, N. Kovačević i drugi). Radove su pročitali i dali svoja mišljenja članovi komisija Organizacionih odbora savetovanja (Narodna tehnika Jugoslavije, Savez društava inženjera i tehničara Beograda, Jugoslovenski savez za bezbednost saobraćaja, RHMZ SR Srbije, SHMZ i druge organizacije učesnice savetovanja). Deo radova su pročitali i dali mišljenje Dr Đ. Radinović, Dr N. Đorđević, Dr B. Sikošek, Dr V. Jovičić, Dr P. Radičević.

Pojam i podela meteorologije su jasno izloženi u knjigama „Meteorologija" od poznatih autora Dr M. Čadeža (BIGZ, Beograd, 1973) i Dr M. Milosavljevića (Naučna knjiga, Beograd, 1985.). Ove knjige su namenjene prvenstveno studentima Prirodno-matematičkog i Poljoprivrednog fakulteta, ali mogu da posluže za više i srednje škole gde se predaje opšta meteorologija. Razvoj meteorologije je dat u publikaciji Svetske meteorološke organizacije povodom proslave 100 godina organizovane međunarodne saradnje (1873—1973.).

Za analizu i opis vremenskih situacija poslužile su kao osnov prizemne i visinske sinoptičke karte urađene u RHMZ SR Srbije, u SHMZ i u biltenima nemačke meteorološke službe, zatim prizemna, aerološka i radarska merenja u cilju da se objasne metorološke pojave i procesi u troposferi. U vezi analize vremenskih situacija korišćen je udžbenik »Analiza vremena" (Dr Đ. Radinović, PMF, Beograd, 1968), zatim „Sinoptička meteorologija" (AS Zverev, Lenjingrad, 1968), „Tehnička meteorologija" (S. Plazinić Beograd, 1985.).

ZORAN POPOVIĆ, dipl. meteorolog

OPŠTE O METEOROLOGIJI

POJAM METEOROLOGIJE

Meteorologija je nauka koja proučava sve fizičke pojave u atmosferi, odnosno ona je fizika atmosfere. U novije doba (od 1930. godine kada su počela radiosondažna merenja) meteorologija proučava najgušći sloj atmosfere, debljine oko 30 kilometara u kome se odigravaju sve glavne vremenske pojave. Fizika viših slojeva atmosfere, iznad 30 km predmet je istraživanja aeronomije. U ovim slojevima su potpuno različite metode istraživanja i brojna su nova saznanja do kojih se došlo merenjima pomoću raketa i meteoroloških satelita. Osim toga, meteorologija proučava i izvesne fizičke pojave koje se odigravaju na samoj zemljinoj površini, a takođe i u gornjim slojevima zemlje. Atmosferske pojave se ne događaju izolovano, one su u tesnoj vezi među sobom. Postoji tesna veza zemlja-atmosfera i okean-atmosfera.

Metorologija je deo geofizike, nauke o fizičkim osobinama Zemlje. Tu se ubrajaju: hidrologija, okeanografija, seizmologija i nauka o zemljinom magnetizmu. Danas postoji jaka svetska naučna organizacija koja se brine o geofizičkim istraživanjima u svim delovima sveta. Takav zadatak je poveren Međunarodnoj uniji za geodeziju i geofiziku (MUGG) koja se deli na međunarodne asocijacije.

Metodi ispitivanja u meteorologiji ne baziraju se na eksperimentima, već na merenjima i posmatranjima. Na osnovu ovih merenja i osmatranja prave se analize i donose zaključci. Na primer u sinoptičkoj meteorologiji metod rada je takav, da se prvo radi analiza merenja i tekućih karata, zatim se izdaje dijagnoza i na kraju prognoza vremena na osnovu prognostičkih karata, radarskih i satelitskih podataka. U poslednje dve-tri decenije meteorologija se ne ograničava samo na merenja i posmatranja, opisivanja i objašnjavanja atmosferskih procesa, već se vrše eksperimenti koji imaju naučnu osnovu i pri-

menu u praksi. Tako se veštačkim putem (zasejavanjem hemijskih supstanci) razbija magla, stvaraju se veštačke kiše i suzbija padanje grada na zemlju radi zaštite poljoprivrednih kultura (useva, voća).

Prema Dr M. Milosavljeviću (Meteorologija, 1985) opšti zadaci meteorologije su:

1. Dobiti niz tačnih stvarnih podataka, koji karakterišu atmosferu i osmotrene pojave u njoj i prikazati ih opisno, kako po kvalitetu tako i po kvantitetu.
2. Izvršiti analizu osmotrenih podataka i naći pravilna objašnjenja atmosferskih pojava. Ustanoviti zakone koji utiču na razvitak tih pojava.
3. Iskoristiti postojeće zakonomernosti, razraditi metode, i po mogućstvu tačno prikazati tok razvoja pojedinih procesa, koji će se u atmosferi dogoditi za izvestan vremenski interval unapred.
4. Primeniti nađene zakonomernosti u razvitku atmosferskih procesa na taj način da se sila prirode iskoristi u praktične potrebe.

RAZVOJ METEOROLOGIJE

od Aristotela do satelita

Još od davnih vremena ljudi su pokušavali da objasne prirodne pojave, a naročito one koji se događaju u atmosferi. Prvi zapisi o vremenu, uglavnom o vetru i padavinama, potiču od Aristotela, koji je živeo u četvrtom veku pre nove ere. Stare civilizacije zavisile su od vremena i klime. Egipćani su bili svesni značaja sezonskih poplava reke Nila. Prvi naučnici i sveštenici stare Mesopotamije, Indije i Kine vodili su računa o vremenskim pojavama.

Oko 1600 godine Galileo Galilej pronašao je termometar, a Toričeli oko 1644. godine barometar. Jedan od Galilejovih učenika izumeo je kišomer. Posle ovih pronalazaja u nekim gradovima Evrope počela su redovna merenja temperature vazduha i atmosferskog pritiska. Smatra se da je prva mreža stanica za osmatranje osnovana 1653. godine u severnoj Italiji. Ova mreža imala je oko sedam meteoroloških stanica.

U XVII i XVIII veku na dalji razvoj meteorologije uticali su čuveni naučnici: filozofi, fizičari, matematičari i astronomi. Oni su uspeli da postave osnovne fizičke zakone bez kojih ne bi bilo daljeg napretka u izučavanju meteoroloških pojava. Robert Bojl je 1659. godine formulisao svoj čuveni zakon o odnosu između pritiska i zapremine. Hadli je 1735. godine objasnio odnos između pasatskih vetrova i zemljine rotacije. Franklin je izučavao atmosferski elektricitet. Lavoazije (1783) i Dalton (1800) postavili su fizičke osnove meteorologije kao nauke svojim istraživanjima prirode, sastava i osobina vazduha. Dekart je objasnio teoriju duge, a Dalamber je napisao teoriju vetrova.

Prve meteorološke opservatorije osnovane su u Evropi početkom XIX veka u Francuskoj od 1800 do 1815. godine. Znatno kasnije osnovana je meteorološka opservatorija u Londonu, 1854. godine. Iste godine počela su merenja i na ostrvu Hvaru.

U XIX veku — razvoj moderne meteorologgije

Početkom XIX veka počeli su prvi koraci u naučnom prognoziranju vremena. To je početak moderne meteorologije, kada su nauka i tehnika imali sve veću primenu u praksi.

Smatra se da je Lamark prvi sastavio međunarodne izveštaje o vremenu. Prvi sistematski pokušaj pripremanja sinoptičke, odnosno vremenske karte pripisuje se Brandesu, 1820. godine u Lajpcigu. On je kasnije sastavio karte nepogoda na evropskom kontinentu. Gotovo u isto vreme, u Sjedinjenim Državama, u Njujorku, pripremljena je prva karta o uraganima, oblačnim vrtlozima sa jakim vetrom. Zatim je utvrđeno da postoje oblasti niskog i visokog atmosferskog pritiska sa karakterističnim osobinama polja pritiska, vetra i vremena.

Pronalaskom električnog telegrafa 1843. godine stvoreni su još bolji uslovi za prognozu vremena, odnosno mogućnosti za upozorenje o nepogodama. Tako su prve sinoptičke vremenske karte izrađene prema telegrafskim podacima javno prikazane u Vašingtonu 1850. i u Francuskoj 1855. godine. Tako je počeo da se prati razvoj vremena na velikom prostranstvu i to su prihvatile mnoge evropske zemlje.

Brz razvoj nauke i tehnike, širenje međunarodne trgovine zahtevao je bezbednost pomorskog saobraćaja, to znači pouzdanu i redovnu informaciju o vremenu. Zato je prva međunarodna konferencija meteorologa, održana u avgustu 1853. godine u Briselu razmatrala uglavnom probleme pomorske meteorologije. Posle toga, počela su na brodovima jedinstvena merenja pritiska, temperature vazduha, vetra, oblačnosti i temperature mora. Zatim se izrađuju karte morskih i vazdušnih strujanja Atlantskog, Indijskog i Tihog okeana. Na osnovu ovih karata izrađene su trase za parobrode u severnom Atlantiku da bi se izbegli sudari sa jedrenjacima.

Pokazala se potreba, kao i zahtevi za prikupljanje podataka o vremenu i klimi na kopnu za različite praktične potrebe. Zato je bio potreban metod za brzo prikupljanje i dostavljanje podataka. Dalji razvoj električnog telegrafa veoma je doprineo međunarodnoj razmeni meteoroloških podataka i omogućio sastavljanje sinoptičkih karata koje čine osnov za izdavanje vremenskih prognoza.

U Beču 1873. godine — prvi kongres meteorologa

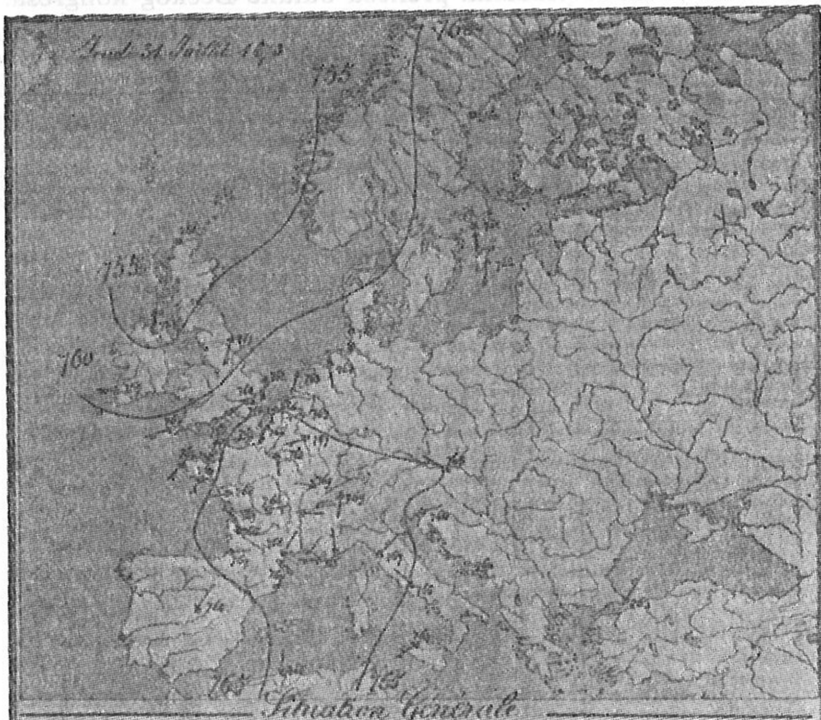
Kao potreba saradnje i stalne razmene podataka održan je prvi međunarodni kongres meteorologa u Beču između 2. i 16. septembra 1873. godine. Smatra se da ovaj događaj predstavlja početak organizovane međunarodne saradnje u domenu meteorologije. Ovom kongresu prisustvovali su predstavnici 20 vlada, uglavnom evropskih zemalja. Prvi zadatak ovog Kongresa bio je da se vladama prenesu odluke Bečkog kongresa. Dalji zadatak bio je priprema radnog programa i sprovođenje odluke u delo. Uveden je metod meteoroloških osmatranja na kopnu i na moru. Organizovan je rad na sastavljanju meteorološkog ključa radi primo-predaje podataka telegrafskim putem. Za sve zemlje uvedeni su metodi osmatranja i meteorološki simboli. Tako se vreme na kartama predstavlja simbolima, a samo temperatura i pritisak brojevima. Počela je razmena publikacija i dugogodišnjih osmatranja.

Drugi međunarodni kongres meteorologa održan je aprila 1879. godine u Rimu. Među učesnicima, bio je prisutan i profesor hemije Mendeljejev, jedan od najčuvenijih naučnika prošlog veka. Dostignuće ovog Kongresa bilo je stvaranje široke svetske organizacije, zatim nove instrukcije i metodi rada, zasnovani na međunarodnoj saradnji i dobrovoljnom učešću. Uticaj rada ovog Kongresa osećao se u međunarodnoj saradnji više decenija. Podržano je sprovođenje međunarodne polarne godine 1882—1883. godine. U toku Međunarodne polarne godine mnoge zemlje su poslale trideset ekspedicija na Arktik i dve na Antarktik, radi osmatranja meteoroloških i magnetnih pojava. Organizovane su prve planinske-meteorološke stanice u Evropi i Sjedinjenim Državama.

Postignuta je još veća saglasnost među zemljama i meteorologija je postala istinska međunarodna nauka. U poslednjoj deceniji prošlog veka prestao je rad Međunarodnog meteorološkog komiteta i počele su konferencije direktora meteoroloških službi u periodu od 1891. do 1951. godine.

Period od 1891. do 1914. godine predstavlja stalni uspon i razvoj meteorologije. U ovom periodu stvaraju se komisije za vazduhoplovstvo (atmosferske nauke), za radijaciju, zo osunčavanje, za meteorološke komunikacije, komisija za upozorenje od nepogoda, za pomorsku meteorologiju, za mrežu stanica, polarnu i poljoprivrednu meteorologiju. Može se reći da je to početak povezivanja meteorologije sa privremom, odnosno povezivanje teorije i prakse.

U toku prvog svetskog rata (1914 do 1918) međunarodna meteorološka saradnja je praktično obustavljena. U periodu između dva svetska rata, dva velika tehnička dostignuća — — radio i aviacija — potpuno su preobrazili meteorologiju. Vlade mnogih zemalja sve više su se interesovale za doprinos meteorologije i njen uticaj na svakodnevni život i za razvoj privrede. Razrađen je kolektivni sistem prenošenja meteorolo-



METEOROLOŠKA KARTA

Ova karta je deo metorološkog biltena koji je u prošlom veku svakodnevno izdavala metorološka Opservatorija u Parizu, a bilten je izrađen 31. jula 1873. godine. Od tada do danas postoji 114 godine organizovanje međunarodne saradnje u domenu meteorologije. Ova sinoptička (vremenska) karta pokazuje da su pre 114 godina meteorološka merenja i osmatranja vršena samo u zemljama zapadne Evrope, na Pirinejskom i Apeninskom poluostrvu, delu Sredozemlja i u Austriji. Posle toga međunarodna razmena se širila i danas u tome učestvuje oko 150 zemalja, članica Svetske meteorološke organizacije (SMO).

ških radio emisija za Evropu i severnu Ameriku. Između dva svetska rata meteorologija je uspešno koristila tehnička dostignuća. Počela su sondažna merenja slobodne atmosfere i to prvo u Francuskoj, 1927. godine. Radiosonda, pogodna za korišćenje u praksi za merenje temperature, pritiska, vlažnosti i vetra sa radiootpremnikom, konstruisana je od strane P. A. Molčanova u Sovjetskom Savezu 1930. godine. Posle toga bilo je moguće pratiti raspored temperature i pritiska i vazdušna strujanja u višim slojevima troposfere. Uvode se visinske sinoptičke karte za standardne nivoe: 850, 700, 500 i 300 milibara, zatim se crtaju vertikalni preseci atmosfere.

Posle drugog svetskog rata, na jednoj konferenciji Direktora meteorološke službe u Londonu 25. februara 1946. godine rečeno je sledeće: „Meteorologija će postati jedna od glavnih nauka na zemlji i svi vi meteorolozi, bićete pozvani da igrate još važniju ulogu u delatnosti čovečanstva, nego ranije".

Najveći engleski kritičar umetnosti, Džon Raskin, je rekao: „Meteorolog je nemoćan ukoliko je sam" njegova osmatranja su nekorisna, vrše se u jednoj tački, međutim, razmišljanja koja se iz njih imaju izvesti moraju se odnositi na prostore".

SVETSKA METEOROLOŠKA ORGANIZACIJA (SMO)

Na dan 23. marta 1950. godine stupila je na snagu meteorološka konvencija kojom je osnovana Svetska meteorološka organizacija, kao specijalizovana agencija Ujedinjenih nacija sa sedištem u Ženevi. Ova organizacija je nastavak njene prethodnice Međunarodne meteorološke agencije koja je osnovana još 1873. godine u Beču. Danas, svetska meteorološka organizacija (SMO) ima oko 150 članica, odnosno većinu zemalja sveta, a naša zemlja bila je među prvim članicama.

Cilj proslave Svetskog meteorološkog dana je da se državnim organima, privredi, samoupravnim interesnim zajednicama i široj javnosti ukaže na doprinos i dalje mogućnosti hidrometeorološke službe u Socijalističkoj Republici Srbiji i našoj zemlji u razvoju nauke, u proučavanju vremena i klime; površinskih i podzemnih voda, u zaštiti od elementarnih nepogoda, u zaštiti životne sredine i jačanju opštenarodne odbrane.

Prema odluci Izvršnog komiteta Svetske meteorološke organizacije svake godine organizuje se proslava. Za potrebe meteorologije i hidrologije vrše se svakodnevno sistematska merenja i osmatranja u svim predelima sveta. Broj meteoro-

loških stanica u svetu koje vrše prizemna osmatranja je oko 9.000, a stanica koje vrše radiosondažna merenja oko 3.000. Osim toga, postoji oko 7.000 trgovačkih brodova, oko 3.000 specijalnih meteoroloških i transportnih aviona. Za potrebe praćenja razvoja i kretanja oblačnih sistema služe radarska osmatranja. Za praktične i naučne potrebe danas se koriste meteorološki sateliti „NOAA 7" i „METEOSAT".

U našoj zemlji postoji oko 120, na teritoriji Srbije 38 glavnih meteoroloških stanica. Na ovm stanicama merenja i osmatranja se vrše svakog časa, za potrebe prognoze vremena svaka tri časa. U osnovnoj hidrološkoj mreži na teritoriji Srbije postoji oko 190 stanica od kojih 126 sa limnigrafom, koji stalno registruje vodostaje. Za merenje nivoa podzemnih voda postoji oko 300 pijezometara.

Stvaranjem Internacionalne meteorološke organizacije 1873. godine u Beču počela je organizovana međunarodna saradnja u domenu meteorologije, koja je prekidana samo u toku Prvog i Drugog svetskog rata. U 1950. godini stvorena je Svetska meteorološka organizacija, kao specijalizovana agencija Ujedinjenih nacija sa sedištem u Ženevi. Ova organizacija povezuje državne meteorološke službe radi jednoobraznosti poslovanja, davanja praktičnih uputstava u vidu nota. Postoje tri svetska centra (Moskva, Vašington i Melburn) preko kojih se vrši svakodnevna razmena meteoroloških merenja i osmatranja, zatim regionalni i nacionalni centri. Evropa pripada VI regionu, a naša zemlja vrši međunarodnu razmenu preko Beča i Budimpešte.

Ova merenja i osmatranja su svakodnevna i vrše se u određenim terminima. Za potrebe prognostičke službe (sinoptike) na svaka tri časa (01, 04, 07 do 22 časa), a za potrebe klimatologije tri puta dnevno po lokalnom vremenu (u 07, 14 i 21 čas). Aerološka merenja vrše se dva do četiri puta dnevno (u 00, 06, 12 i 18 GMT). Osim toga, preko regionalnih i nacionalnih centara razmenjuju se tekuće i prognostičke karte, radarski i satelitski snimci oblaka i oblačnih sistema.

PODELA METEOROLOGIJE

Razvoj fizike, matematike, tehnike i sredstava veze (telekomunikacije) uslovio je u 19., a posebno u 20. veku brz razvoj meteorologije. Danas meteorologija ima više grana i može se podeliti na: opštu meteorologiju, dinamičku meteorologiju, sinoptičku meteorologiju i aerologiju.

Opšta meteorologija bavi se proučavanjem svih meteoroloških elemenata i meteoroloških pojava u nižim slojevima atmosfere, odnosno troposfere i to u glavnim crtama. Metodi meteoroloških merenja i instrumenti za redovna terminska osmatranja (sinoptička ili klimatološka) i merenja prikazuju se u opštoj meteorologiji.

Dinamička meteorologija na fizičko-matematički način opisuje, odnosno tumači pojave u atmosferi, težeći pri tom egzaknoj prognozi vremena. Teorijski objašnjava razna kretanja vazdušnih masa sa dinamičkim i termodinamičkim zakonima.

Sinoptička meteorologija proučava procese u atmosferi koji uslovljavaju vremenske pojave na većem prostranstvu zemljine površine. Glavni cilj je prognoza vremena za jedan ili više dana unapred. Kratkoročne prognoze izdaju se za period od 6 do 24 časa unapred, srednjoročne za 3 do 10 dana unapred. Osnov za izdavanje ovih prognoza čine prizemne i visinske prognostičke karte koje izrađuju moćni računari na zakonima i formulama dinamičke i opšte meteorologije. Dugoročne prognoze izrađuju se za period od 30 do 40 dana unapred, u nekim zemljama i za jednu sezonu unapred. Ova vrsta prognoze izrađuje se na osnovu statističkih podataka i na osnovu metoda sličnosti razvoja vremenske situacije. Veliku pomoć u izdavanju kratkoročnih prognoza pružaju radarska i satelitska osmatranja oblaka ili oblačnog sistema.

Aerologija se bavi metodikom merenja viših slojeva atmosfere, uglavnom 20 do 40 kilometara iznad površine mora. Aerološka merenja su znatno ređa od prizemnih i vrše se dva do četiri puta dnevno. Radiosondažna merenja daju vertikalni pro-

fil temperature i vlažnosti vazduha, atmosferskog pritiska, pravca i brzine vetra. Ova merenja služe za izradu visinskih sinoptičkih karata (od AT 850 hPa do 20 hPa), za potrebe civilnog i vojnog vazduhoplovstva, za protivgradnu odbranu, za hidrologiju, za stručne i naučne radove i dr.

Za razne potrebe pojedinih grana privrede i države postoje naročite grane meteorologije i to: **mikrometeorologija** (proučava najniže — prizemne slojeve atmosfere), **poljoprivreda-agrometeorologija** (proučava meteorološke elemente i pojave za potrebe poljoprivrede), **Vazduhoplovna meteorologija** obezbeđuje vazduhoplovstvo sa potrebnim meteorološkim merenjima, kartama i prognozama), **pomorska meteorologija** (obezbeđuje brodove i druga plovila sa prizemnim i visinskim meteorološkim merenjima, stanjem mora i specijalnim prognozama), **tehnička meteorologija** rezultati meteoroloških istraživanja primenjuju se u građevinarstvu, urbanizmu, elektroprivredi, toplanama, saobraćaju i drugim delatnostima), **biološko-medicinska meteorologija)** proučava uticaj vremena i klime na ljudski organizam i daje upozorenja na nepovoljne vremenske situacije).

Klimatologija proučava srednje stanje atmosfere, polazeći od raznih klasifikacija. Klima ili podneblje predstavlja skup vremenskih pojava, odnosno atmosferskih procesa, koji karakterišu srednje fizičko stanje atmosfere bilo iznad nekog mesta, iznad manjeg ili većeg predela zemljine površine. Srednje fizičko stanje atmosfere dobija se iz dugogodišnjih osmatranja meteoroloških elemenata i pojava, koje treba srediti i statistički obraditi.

MERENJA U METEOROLOGIJI

METEOROLOŠKI INSTRUMENTI

Naša saznanja o prirodi zasnivaju se na posmatranjima i merenjima pojava i fizičkih veličina. U meteorologiji se na opservatorijama i brojnim meteorološkim stanicama (glavne, obične i padavinske) osmatraju oblaci i utvrđuje koliki je deo neba pokriven, kakvo je stanje tla (rosa, inje, poledica i dr.), osmatraju pojave (sneg, kiša, grad, grmljavina) i atmosferske nepogode. U meteorološkom krugu (dimenzija 20x20 metara ili manje) u određenim terminima — sinoptičkim ili klimatološkim vrše razna meteorološka merenja. Meri se temperatura (minimalna, maksimalna i časovne vrednosti), vlažnost vazduha i atmosferski pritisak, pravac i brzina vetra, količina padavina (kiša ili sneg), trajanje osunčavanja, intenzitet zračena, temperatura zemljišta, asvalta ili betona (geotermometri ili sonde). Postoje specijalna merenja i osmatranja (opterećenja zbog zaleđivanja i pojave leda, struktura kišnih kapi, zrna grada i pahuljica snega, broj električnih pražnjenja).

Mreža glavnih meteoroloških stanica (GMS) u našoj zemlji po svojoj organizovanosti, opremljenosti i stručnom nivou ubraja se u red zemalja sa dobro razvijenom mrežom stanica. Ova mreža ima zadatak da prema utvrđenim jedinstvenim propisima vrši merenja i osmatranja meteoroloških i bioloških elemenata i pojava u određenim terminima za svakodnevne operativne potrebe u prognozi vremena ‚agrometeorologiji' klimatologiji, hidrologiji i za pojedine grane privrede. Podaci sa ovih stanica koriste se za proučavanje vremena i klime i od velike su vrednosti za ljudske delatnosti u poljoprivredi, šumarstvu, vodoprivredi, elektroprivredi, građevinarstvu, medicini, drumskom, rečnom i vazdušnom saobraćaju, turizmu, kao i za potrebe narodne odbrane. Osim toga, merenja i osmatranja na glavnim meteorološkim stanicama idu u međurepubličku i međunarodnu razmenu.

MERENJE TEMPERATURE

Na meteorološkim stanicama temperatura se najčešće meri živinim termometrom. U oblastima gde temperatura može biti vrlo niska upotrebljavaju se alkoholni ili električni termometri, a kod radiosondaže i senzori za merenje temperature vazduha. Treba naglasiti da živa smrzava pri temperaturi —39°C.

Princip rada je takav da se temperatura nekog tela (vazduha) meri tako što se ono dovodi u toplotnu ravnotežu sa nekim drugim telom (termometrom). Posle izvesnog vremena će usled razmene toplote između vazduha i termometra nastupiti toplotna ravnoteža. Za uspostavljanje toplotne ravnoteže potrebno je da protekne izvesno vreme, 3 do 5 minuta.

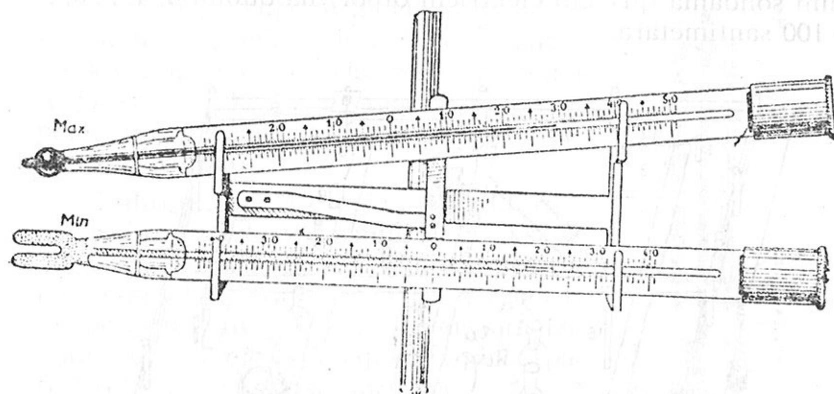
U praktičnoj primeni jedinica za merenje temperature u našoj zemlji i u većem delu sveta je 1°C (u Engleskoj, SAD i Kanadi 1°F). Kao osnovna tačka uzima se temperatura topljenja leda (0°C) i temperatura pare ključale vode (100°C) pri normalnom atmosferskom pritisku 1013 hPa (ranije 760 mm Hg). Na termometarskoj skali svaki stepen je podeljen na pet delova što omogućava merenje sa tačnošću na deseti deo stepena. Živini termometri su osetljiviji od alkoholnih i imaju prednost što je njihova skala linearna.

Danas postoje tri međunarodne skale za merenje temperature. Najveću primenu ima Celzijeva skala, kod koje je interval između temperature leda koji se topi i pare ključale vode podeljen na 100 jedinica. Osim ove u upotrebi su skale Reomira i Farenhajta. Kod prve je interval podeljen na 80 stepeni, a kod druge na 180 jedinica.

Za pretvaranje podataka sa jedne skale u drugu može se koristiti sledeća formula:

$$T_C = \frac{5}{4}\,T_r = \frac{5}{9}\,(T_f - 32)$$

Za određivanje maksimalne i minimalne temperature vazduha u nekom određenom periodu (obično za 24 časa) postoje na meteorološkim stanicama posebni termometri: maksimalni i minimalni. Maksimalni termometar služi za određivanje najviše temperature u toku 24 časa. Radi na istom principu kao termometar za merenje temperature čovečijeg tela. Napunjen je živom kao i običan termometar, ali se od njega razlikuje što je kapilara pri dnu iznad suda sužena. Pri porastu temperature živa se kao tečnost probija kroz tesnac i širi se dok temperatura raste. Pri padu temperature nit žive ostaje na mestu gde se zatekla u kapilari i nije u stanju da se vrati kroz tesnac u sud. Na ovaj način vrh stuba žive pokazuje na skali maksimalnu (najvišu) temperaturu. (Sl. 1).

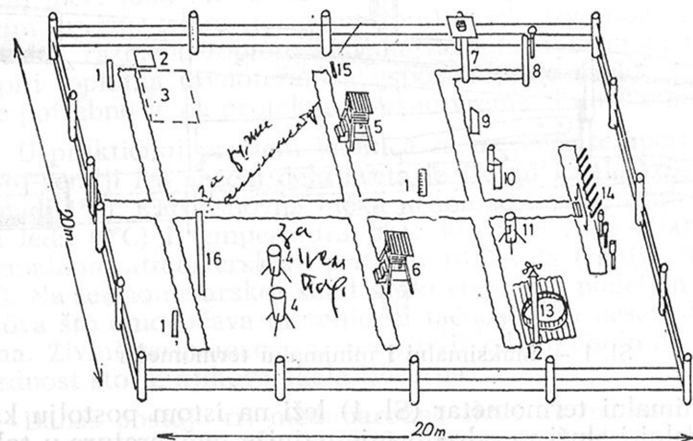


Sl. 1 — Maksimalni i minimalni termometar

Minimalni termometar (Sl. 1) leži na istom postolju kao maksimalni i služi za određivanje najniže temperature u toku 24 časa. Ima obično viljuškast rezervoar napunjen neobojenim alkoholom. U kapilari u samoj tečnosti nalazi se mali štapić za pokazivanje minimalne — najniže temperature. Prilikom skupljanja alkohola, odnosno za vreme opadanja temperature, meniks tečnosti povlači taj štapić, a za vreme porasta temperature štapić ostaje na mestu. Za razliku od maksimalnog, minimalni termometar nam uvek pokazuje stvarnu temperaturu vazduha.

Na osnovu 100-godišnjeg merenja u Meteorološkoj opservatoriji u Beogradu (1887—1987). sa maksimalnim i minimalnim termometrom zabeležena su dva ekstrema temperature vazduha. Apsolutni maksimum temperature 41,8°C izmeren je dva puta, 12. avgusta 1921. i 9. septembra 1946. godine u toku najtoplijeg leta u ovom veku. Apsolutni minimum temperature —26,2°C izmeren je 10. januara 1893. godine u vrlo hladnoj beogradskoj zimi.

Temperatura tla na malim dubinama određuje se pomoću geotermometara (kolenasti ili laktasti), obično do dubine 1 metra. Ovi termometri za merenje temperature tla postavljaju se u dnu meteorološkog kruga (južna strana) i zaštićeni su metalnom mrežicom. Meri se temperatura zemljišta na dubini 2, 5, 10, 20, 30, 50 i 100 santimetara. Za potrebe saobraćaja i niskogradnje meri se temperatura asvalta i betona sa posebnim sondama (princip električni otpor) na dubini 4, 15, 30, 50 i 100 santimetara.



Sl. 2. — Raspored instrumenata u krugu glavne meteorološke stanice.

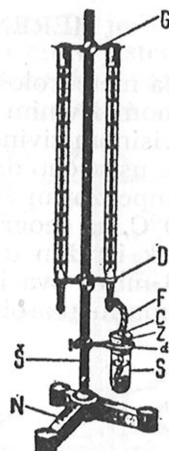
1. Sgecomern
2. Daska za novi sneg
3. Površina za uzimanje uzoraka za merenje gustine snega
4. Skupljači uzoraka za hemizam padavina
5. Zaklon
6. Zaklon
7. Stub za heliograf i aktinograf ili solarngraf
8. Stub za Belanijev piranometar
9. Stub za rezervni kišomer
10. Kišomer
11. Ombrograf
12. Anemometar za pređeni put
13. Isparitelj klase „A"
14. Termometri u tlu
15. Minimalni termometar na 5 cm iznad tla.
16. Stub za ručni anemometar.

MERENJE VLAŽNOSTI

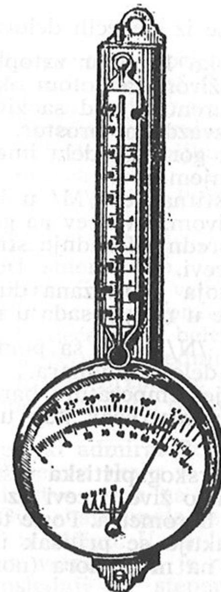
Za merenje vlažnosti vazduha na meterološkim stanicama najčešće se upotrebljava psihrometar. To je instrument koji se sastoji od dva jednaka termometra, pri čemu je jedan od rezervoara obavijen mokrom krpicom. Sa površine rezervoara „mokrog termometra" dolazi do isparavanja vode, čiji intenzitet zavisi od vlažnosti okolnog vazduha. Ukoliko u okolnom vazduhu ima manje vodene pare, utoliko će isparavanje sa vlažnog termometra biti jače i on će pokazivati nižu temperaturu. Prema tome razlika suvog i vlažnog termometra zavisi od vlažnosti vazduha. Suvi termometar pokazuje temperaturu vazduha, a vlažni termometar pokazuje sopstvenu temperaturu, koja zavisi od isparavanja sa površine njegovog rezervoara.

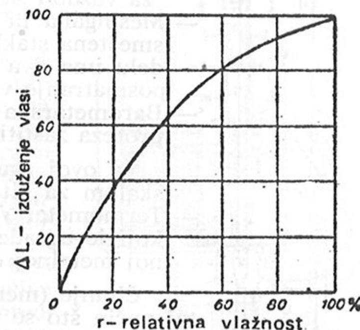
Greška u temperaturi vlažnog termometra sev rlo jako odražava na tačnost određivanja relativne vlanžosti. Dovoljna je greška od 0,2°C, pri negativnim temperaturama, da greška u relativnoj vlažnosti iznosi oko 10%.

Psihrometar daje tačne podatke prema psihrometarskoj formuli. U praksi se određivanje vlažnosti vrši pomoću psihrometarskih tablica. Iz poznatih vrednosti temperatura suvog i vlažnog termometra dobijaju se vrednosti napona vodene pare i relativne vlažnosti vazduha.



Sl. 3. — Psihrometar se obično stavlja na isti stalak u meteorološkom zaklonu sa maksimalnim i minimalnim termometrom.



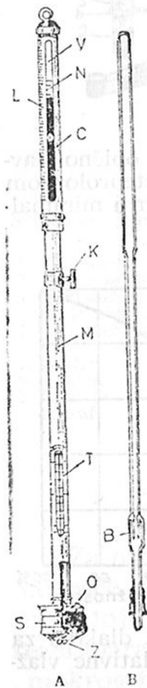


Sl. 4. — Higrometar sa dlakom za neposredno merenje relativne vlažnosti u %.

Higrometri sa dlakom za merenje relativne vlažnosti zasnivaju se na osobini čovečije dlake da menja dužinu sa promenom vlažnosti. Dužina vlasi iz čovečije kose, koja je preparirana, menja svoju dužinu oko 2,5%, ako se vlažnost menja od 0 do 100%. Kod manjih vlažnosti dlaka se brže izdužuje nego kod velikih vlažnosti vazduha.

MERENJE ATMOSFERSKOG PRITISKA

Na meteorološkim stanicama atmosferski pritisak meri se uglavnom živinim barometrom. Atmosferski pritisak se izražava visinom živinog stuba, čijom težinom se kompenzuje. Ranije je usvojeno da je normalni atmosferski pritisak onaj koji je kompenzovan živinim stubom visine 760 mm, pri temperaturi 0°C, na geografskoj širini 45° i na nivou mora. Normalan pritisak izražen u milibarima iznosi 1013,25 mb (1 mmHg= =1,33 mb) i ova jedinica je u praktičnoj upotrebi u mnogim granama meteorologije.



Sl. 5.

Živin barometar sastoji se iz sledećih delova:

— Staklena cev /C/ dužine oko 1 metar zatopljenu s jednog kraja i napunjenu živom, a potom okrenutu i otvorenim krajem zagnjurenu u sud sa živom. U vrhu cevi iznad žive je bezvazdušni prostor.
— Sud sa živom /S/, koji na gornjem delu ima otvor za vazduh sa malim zavrtnjem.
— Mesingana ili gvozdena zaštitna cev /M/ u koju je smeštena staklena cev sa živom. Ova cev na gornjem delu ima dva proreza sa prednje i zadnje strane za posmatranje visine žive u cevi.
— Barometarska skala /L/ koja je urezana duž ivice proreza zaštitne cevi (ranije u mm, a sada u mb).

Na ovoj skali je nonijus /N/, vizir sa pomoćnom skalom za čitanje desetih delova milibara.

— Termometar /T/ za merenje temperature barometra koji je ugrađen tako da mu rezervoar stoji u zaštitnoj metalnoj cevi sa živom.

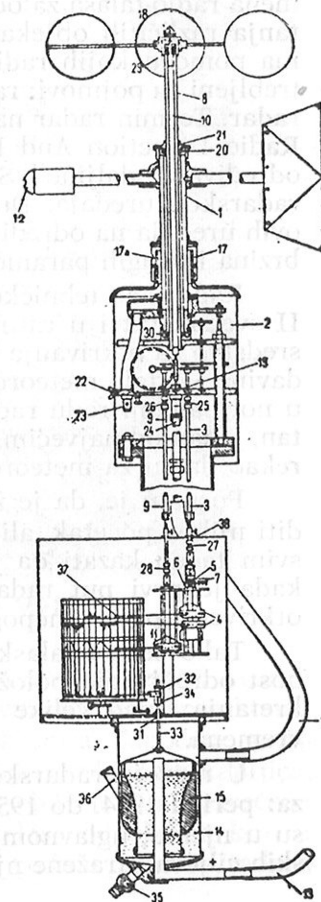
Čitanje (merenje) atmosferskog pritiska vrši se na taj način što se prvo nalazi nivo žive u cevi uz pomoć nonijusa i odredi temperatura barometra. Posle toga, na osnovu posebnih tablica redukuje se pritisak u barometru na temperaturu 0°C i na nivo mora (normalnu težinu).

MERENJE VETRA

Pod pojmom vetra u meteorologiji podrazumeva se horizontalno strujanje vazduha. Da bi vazduh strujao između dve tačke ili predela mora da postoji razlika atmosferskog pritiska. Elementi horizontalnog vazdušnog strujanja su brzina vetra i smer. Osim ovih elemenata, odlika vazdušnog strujanja je turbulentnost i vertikalna komponenta.

Smer vetra se najčešće određuje vetruljom. To je uređaj koji se sastoji od jedne ploče i protivtega, a čitav sistem se okreće oko vertikalne ose. Kad je sistem u ravnoteži, u vazdušnoj struji, protivteg je okrenut u smeru iz koga duva vetar.

Za merenje brzine vetra služe razne vrste anemometara. Anemometri sa čašicama (šuplje polulopte jednakog poluprečnika) daju srednju brzinu za neki interval vremena. Obično se koriste anemometri sa tri ili četiri čašice, a pod dejstvom vetra čašice se okreću u smeru kazaljke na časovniku. Električni anemometri se postavljaju na krov meteorološke stanice ili opservatorije.



Sl. 6.

Instrument koji beleži pravac i brzinu vetar zove se anemograf. On se sastoji iz dva glavna dela: iz prijemnog/vetrulje/ i registrujućeg. Okretanje vetrulje se obično prenosi preko spirale na valjku na pero za registraciju pravca vetra. Za beleženje brzine vetra često se koristi Pitot-cev ili ploča na pritisak.

Na slici 6. prikazan je Fusov anemograf koji meri smer vetra, srednju i trenutnu brzinu vetra. Sve tri veličine registruje na traci. Jedno pero piše pravce S E N, a drugo N W S. Sledeće pero beleži brzinu vetra u km/čas, a četvrto srednju brzinu i udare vetra u m/sek. Brzina se registruje u opsegu od 0 do 40 m/sek, odnosno 0 do 144 km/ /čas.

Engleski admiral Bofor sastavo je 1806 godine posebnu skalu za određivanje jačine vetra /dejstvo vetra na more i razne predmete/. Ova skala imala je 12 stepena i stepen „O" za tišinu. U novije doba za orkanske udare vetra skala je proširena sa 5 stepeni. Poslednji 17 stepen predstavlja orkanske vetrove brzine od 56 m/sek i veće.

ISTORIJAT RADARSKE METEOROLOGIJE

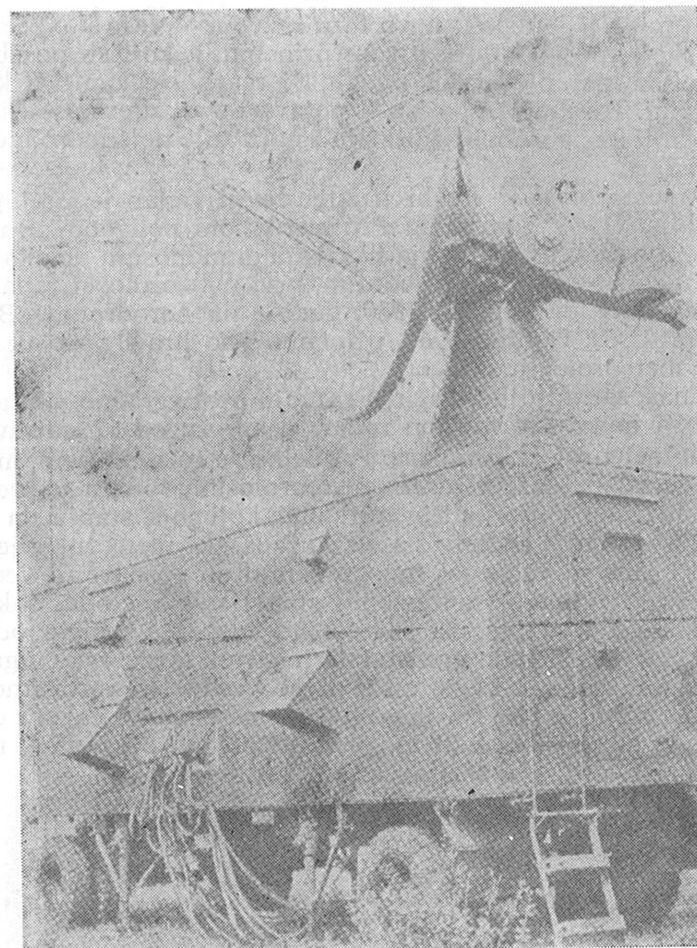
U nizu raznih oblasti elektronike jedno od najvažnijih mesta zauzima radio-lokacija. Pod ovim se podrazumeva primena radio-talasa za određivanje koordinata i parametara kretanja različitih objekata-ciljeva. Za skup elemenata podsistema pomoću kojih radio-lokacija izvršava svoje zadatke, upotrebljeni su pojmovi: radarska stanica, radarski uređaj ili samo radar. Termin radar nastao je skraćivanjem engleskog naziva: Radio Detection And Ranging, što znači „Radio otkrivanje i određivanje daljine". Sam naziv pokazuje i prvobitnu namenu radarskog uređaja. Docnijim razvojem proširena je namena ovih uređaja na određivanje ugaonih koordinata komponenata brzina i drugih parametara cilja.

Radar kao tehničko sredstvo, otkriven je neposredno pred II svetski rat i u ratu je odigrao vanredno važnu ulogu kao sredstvo za otkrivanje i praćenje aviona i brodova. Oblaci, padavine i ostale meteorološke pojave bili su tada izvor smetnji u normalnom radu radara u vidu „šumova" za koje je L. Batan, jedan od najvećim imena u oblasti radarske meteorologije rekao da su za meteorologe „nasušna muzika".

Poznato je, da je za mnoge naučne discipline teško odrediti njihov početak, ali za radarsku meteorologiju može se sasvim tačno kazati da je „rođena" 20. februara 1941. godine, kada je prvi put radarom, postavljenim na obali Engleske, otkriven i praćen nepogodski oblak.

Tako se pronalaskom radara odjednom pojavila mogućnost određivanja položaja oblaka, praćenja njihova razvoja i kretanja iznad velike teritorije u veoma kratkom intervalu vremena.

U razvoju radarske meteorologije uočavamo nekoliko faza: period 1944. do 1950. godine može se nazvati opisnim, jer su u njemu, uglavnom, vršena osmatranja odraza meteoroloških ciljeva i tražene njihove povezanosti sa sinoptičkim situa-



Prvi meteorološki radar MRL-1

cijom. Period 1951. do 1960. može se nazvati „period kvantitativne interpretacije" a odlikovao se vanrednim napretkom i usavršavanjem metoda radarskog istraživanja. Započeta su radarska merenja padavina, raspodela spektra oblačnih kapljica, intenziteta padavina i td. Osim toga, posebno je bila posvećena pažnja merenju odbijanja radarskih talasa od oblaka koji u sebi sadrže zrna grada. Početkom 1960. godine primena radara

u meteorologiji je ušla u novu fazu razvoja — faza korišćenja radara koji rade na Doplerovom principu, a koji su posebno povoljni za merenje brzine padanja i raspodele kapljica kiše po veličini. Posebno treba istaći pojavu novih super osetljivih radara koji su sposobni da otkriju i najmanje nejednorodnosti u atmosferi.

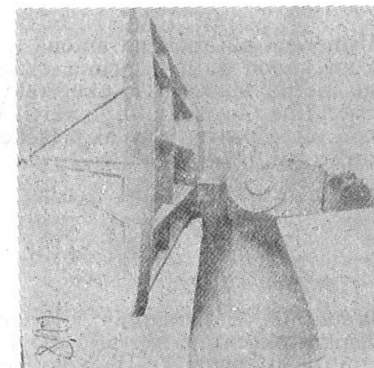
U meteorološkoj službi u Jugoslaviji radar je prvi put upotrebljen 1968. godine na Protivgradnom poligonu „Bukulja" u cilju praćenja kretanja i razvoja gradonosnih oblaka nišanskim radarom 3MK-7. Međutim, prvi meteorološki radar u nas je postavljen avgusta 1969. godine na Aerodromu „Beograd" (MRL-1). Godinu 1969. uzimamo kao pravi početak radarske meteorologije u nas.

Danas, zahvaljujući naglom razvoju protivgradne zaštite u SR Srbiji imamo formiranu radarsku mrežu od 12 najsavremenijih meteoroloških radara. Paralelno sa formiranjem, možda jedne od najgušćih mreža meteoroloških radara u svetu, pripremili smo i specijalizovani kadar koji je u stanju da rešava i najsloženije zadatke na planu radarske meteorologije.

Međutim, mora se još mnogo učiniti na poznavanju teorije slučajnih procesa, savremenih statističkih metoda, sukcesivne analize i td., jer sa savremenog aspekta prijem odbijenih radarskih signala predstavlja još uvek svojevrsnu „igru" sa prirodom kada se često može samo predvideti verovatnoća rezultata, ali i ne više od toga. Ako se ne poznaju zakoni ove „igre", ne mogu se oceniti mogućnosti postojećih radara, niti se mogu stvarati efikasnije metode radio-lokacije.

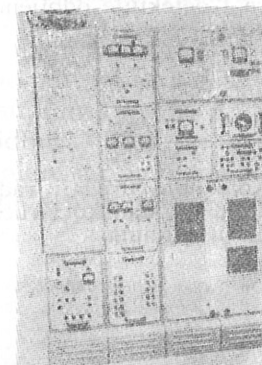
OSNOVNI DELOVI RADARA

USMERAVA EMITOVANU ELEKTROMAGNETNU ENERGIJU U PROSTORU I PRIMA JE NAKON ODBIJANJA OD METEOROLOŠKIH CILJEVA



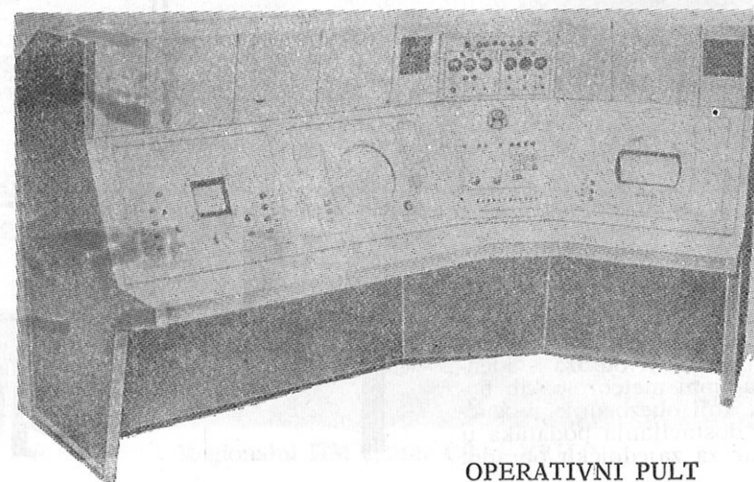
ANTENSKI SISTEM

GENERIŠE U IMPULSIMA VISOKOFREKVENTNE OSCILACIJE KOJE SE ANTENOM ŠALJU U PROSTOR I PO ODBIJANJU SE POJAČAVAJU U PRIJEMNIKU



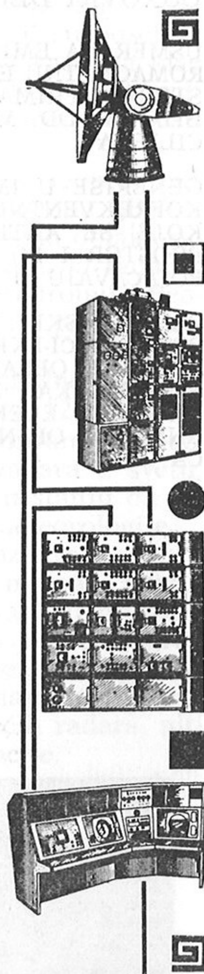
PRIMOPREDAJNIK

PANORAMSKI I VERTIKALNI POKAZIVAČI-EKRANI PRIKAZUJU SLIKU OBLAKA I OBLAČNIH SISTEMA KAO REZULTATA ODBIJANJA ELEKTROMAGNETNE ENERGIJE OD NJIHOVIH ČESTICA



OPERATIVNI PULT

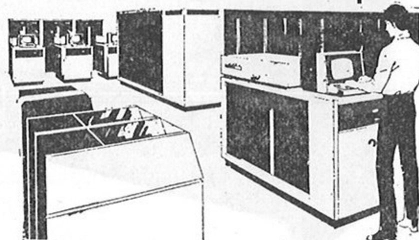
Usmerena parabolična antena u uskom snopu šalje i prima elektromagnetnu energiju visoke frekvencije. Ima horizontalni i vertikalni hod za ispitivanje svake tačke u prostoru.



Predajnik i prijemnik generiše visokofrekventnu energiju koja se emituje u veoma kratkim vremenskim intervalima. Prijemnik pojačava i detektuje odbijenu elektromagnetnu energiju.

Komandni uređaji radara obezbeđuju automatsko i ručno upravljanje uređajima.

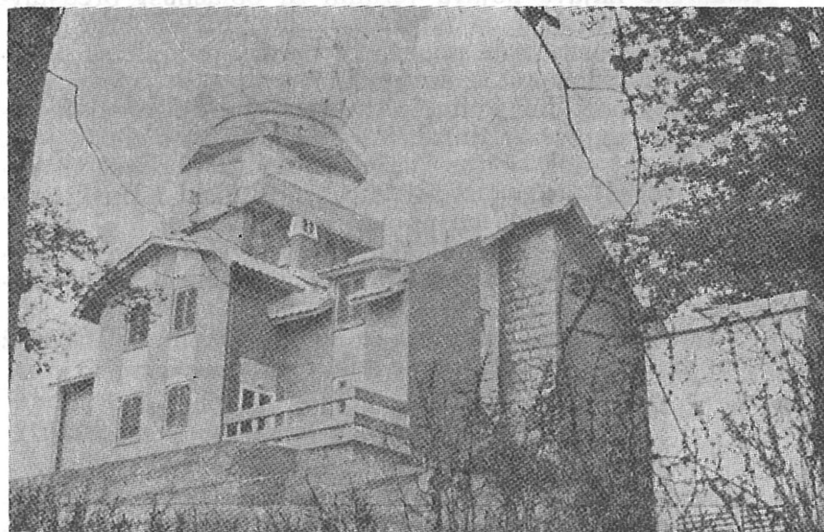
Komandni pult sa ekranima i komandama za daljinsko upravljanje antenom i uređajem.



Računar — elektronski sklop za digitalnu obradu i memorisanje radarske slike, eliminaciju stalnih odraza s identifikacijom meteoroloških pojava, koji obezbeđuje mogućnost dostavljanja podataka u centar za zajedničku obradu.

SARADNJA SA PROTIVGRADNOM ZAŠTITOM

U proteklom desetogodišnjem periodu saradnja, odnosno rad za potrebe Protivgradne zaštite, programski su imali značajno mesto u delatnosti ovog Odeljenja. Praćenje i merenje oblaka i oblačnih sistema koji prouzrokuju atmosferske elementarne nepogode (precizno određivanje radarskih parametara gradonosnih ćelija) predstavljaju dragocene podatke kod dejstva na iste u cilju sprečavanja štetnih posledica za poljoprivredu i druge privredne grane. Do nabavke savremenih radara RC-34A, radar u ovom Odeljenju, zbog svog velikog dometa, bio je jedini u mogućnosti da blagovremeno prati i najavi razvoje i kretanja nepogodskih oblaka koji nailaze na branjenu teritoriju tj. u zone dometa nišanskih radara 3MK-7. Širenjem branjene površine pojedini delovi teritorije poligona bili su van dometa radara 3MK-7, tako da su se dejstva na gradonosne oblake često vršila i prema podacima sa centralnog radara. Istovremeno, kroz stalnu saradnju sa Saveznom upravom za civilnu vazdušnu plovidbu — Kontrolom leta, ovo Odeljenje je dostavljalo radarske planšete na osnovu kojih su često vršene korekcije putanja leta, što je omogućavalo efikasnije dejstvo protivgradne zaštite.



Regionalni HM centar CRNI VRH

Pored čisto operativnog rada, razmena višegodišnjih iskustava doprinela je kvalitetnijoj oceni, radarskih parametara koji karakterišu gradonosne oblake. Saradnja na ovom planu i dalje se nastavlja.

GRAĐANSTVO

Večita želja čoveka je da se suprostavi ćudima prirode, da se zaštiti od njenog dejstva i da njenu ogromnu snagu iskoristi za svoje potrebe. Opasne atmosferske pojave uvek predstavljaju potencijalnu pretnju za čoveka i okolinu pa je s toga razumljiva njegova želja da pronađe način za njihovo pravovremeno predviđanje, otkrivanje i praćenje i, u zavisnosti od toga, preduzimanje određenih zaštitnih mera.

Pronalaskom meteorološkog radara, danas je omogućeno blagovremeno najavljivanje nailazaka nepogodskih atmosferskih procesa. Ovakve najave često se mogu čuti preko radio talasa „202" i Studija „B" a povremeno i na drugim medijumima javnog informisanja.

SAOBRAĆAJ

Radarske najave pojava vezanih za oblačnost predstavljaju značajne podatke za normalno odvijanje saobraćaja.

Uopšte je poznato da ponekad i najmanje količine padavina ometaju redovan tok saobraćaja.

U letnjoj polovini godine burni razvoji nepogodskih oblaka mogu da ugroze vazdušni, a imaju negativne efekte i na ostali saobraćaj, dok obilne snežne padavine u zimskom periodu nepovoljno utiču prvenstveno na drumski i šinski saobraćaj, a dešava se i da ga potpuno parališu.

Stalnom vezom meteorološke radarske službe sa organizacijama koje brinu o saobraćaju, sve navedene teškoće mogu se blagovremeno ublažiti.

Poznata je uspešna saradnja sa aerodromskim službama i zimskom službom za održavanje saobraćaja.

POLJOPRIVREDA

Poljoprivredne kulture za sve vreme svog razvoja izložene su raznim nepovoljnim vremenskim pojavama, ali poznato je da štete od grada po svom intenzitetu i obimnosti,

dolaze na prvo mesto u odnosu na sve druge vidove atmosferskih elementarnih nepogoda. Korišćenjem mogućnosti radara za otkrivanje gradonosnih ćelija u oblaku, data je osnova za veštački uticaj na iste u cilju slabljenja njihove razorne moći, odnosno smanjenje štetnih posledica na poljoprivredne kulture. Formiranjem radarske mreže Srbije, praktično je stvorena mogućnost blagovremenog otkrivanja svih nepogodskih oblaka.

Ovako savremen i dobro postavljen sistem omogućuje blagovremeno otkrivanje i drugih pojava u vezi sa oblačnošću, što još nije uvek dovoljno iskorišćeno od strane mnogih poljoprivrednih dobara, jer, primera radi, i najmanja kiša može da poremeti organizaciju i produktivnost rada. Na planu ovakve saradnje sa poljoprivredom ubuduće treba više raditi.

INDUSTRIJA

Organizacija i tehnologija rada u industrijskim kombinatima umnogome zavise od vremenskih uticaja. Ukoliko se radi o poslovima na otvorenom terenu, razni oblici padavina vrlo nepovoljno utiču na proizvodne efekte, kao na primer, poslovi na površinskim rudarskim kopovima, transportu i skladištenju materijala i dr.

Mnoge ove i druge smetnje u proizvodnji mogu se ublažiti neposrednim korišćenjem blagovremenih upozorenja o nailasku nepogodskih oblaka od dežurnih ekipa na meteorološkim radarima.

ELEKTROPRIVREDA

Saradnja sa elektroprivrednim organizacijama sastoji se u najavama nailazaka nepogodskih oblaka na određenu lokaciju sa pojavama prvenstveno olujnog vetra, električnih pražnjena, kao i obilnih snežnih padavina koje mogu da prouzrokuju velike štete na električnim vodovima, a sve u cilju blagovremenih upućivanja dežurnih ekipa za otklanjanje mogućih kvarova. Takođe, korisnu primenu nalazi i naša analiza prostorne raspodele električnih pražnjenja na jedinicu površine i duž putanja grmljavinskih oblaka.

VODOPRIVREDA

Interes društva za kontrolisano korišćenje voda i zaštite od poplava zahteva detaljno poznavanje trenutnog stanja, režima, i njihovih promena koji su u direktnoj zavisnosti od intenziteta i količine padavina. Razvojem metoda merenja uz primenu savremene opreme i instrumenata, proširenje mreže stanica, sa opštim napredkom hidrologije stvoreni su uslovi da se znatno poboljša kvalitet i kvantitet hidroloških podataka. Međutim, uvođenjem radarskog metoda merenja padavina dobija se bilans količine padavina u svakom vremenskom intervalu nad velikim površinama. Ovi podaci su od neprocenjivog značaja za stanje akumulacija i najava poplava.

GRAĐEVINARSTVO

Mnogi tehnološki procesi u niskoj gradnji, pri izgradnji saobraćajnica, zahtevaju, pored ostalog, i precizne najave nailazaka, početka i trajanja padavina uz stalnu procenu njihovog intenziteta, a pri visokoj gradnji najveću opasnost predstavlja iznenadni nailazak nepogodskog oblaka praćen olujnim vetrom. Ove procese blagovremeno može da registruje jedino radar. Međutim, da li zbog naše nedovoljne reklame ili pak nezainteresovanosti građevinaca ovako važni podaci često su neiskorišćeni.

U nekoliko poslednjih godina došlo je do izuzetnog brzog razvoja meteorološke nauke i do sve šire primene naučnih dostignuća u operativnoj praksi. Ovakav trend omogućen je prvenstveno razvojem elektronskih računskih mašina.

Da bi se u što većoj meri iskoristila savremena dostignuća, racionalizovali i poboljšali operativni postupci, pojavila se potreba da se formuliše jedinstven koncept funkcije i buduće organizacije radarske meteorologije u nas.

Mogućnosti, koje su na ovom nivou obezbeđene razvojem sistema protivgradne zaštite sa veoma gustom radarskom mrežom, uz nabavku centralnog radara sa računarom, otvaraju nam veliku perspektivu na području radarske meteorologije.

Postojeći postupak sakupljanja, obrade i analize radarskih podataka u bliskoj budućnosti uvođenjem računskih mašina optimalnog kapaciteta i potpunom automatizacijom celokupnog procesa, mora zadovoljiti i mogućnost u promena-

ma telekomunikacionih procedura a sve u cilju maksimalnog iskorišćenja značajnih informacija o trenutnim stanjima atmosfere. Banke radarskih podataka se moraju nalaziti u takvom obliku da obezbeđuju priključivanje i drugih sistema računara i time se otvori mogućnost da oni po svojim posebnim programima obezbeđuju podatke, na primer, za veštački uticaj na oblake, padavinske procene, i druge informacije potrebne za automatski prenos do zainteresovanih korisnika.

RADIOSONDAŽNA MERENJA

UVOD

Naša saznanja o prirodi, a posebno ono što se događa u atmosferi zasnivaju se na posmatranjima i merenjima pojava i merenjima fizičkih veličina. U domenu meteorologije, na opservatorijama, glavnim i običnim meteorološkim stanicama svakog sata ili u određenim terminima posmatraju se oblaci, optičke i druge pojave (oblaci, stanje tla, magla, rosa, slana, grmljavina i dr.). Meri se temperatura vazduha, vlažnost, atmosferski pritisak, pravac i brzina vetra, temperatura zemljišta na raznim dubinama, trajanje osunčavanja, količina padavina i druga specijalna merenja (zaleđivanje, atmosferska električna pražnjenja, dimenzije kapljica magle, kiše, snega, zrna grada i drugo).

U meteorologiji postoje više vrsta merenja, prizemna na visini 2 metara u zaklonu, iznad tla na 5 santimetra, u samom tlu do dubine 2 ili 3 metra, radiosondažna merenja do visine 40 kilometara, radarska i satelitska merenja oblaka i oblačnih sistema. Posle klasičnih, u poslednje dve decenije počela su digitalna i automatska merenja.

Prizemna meteorološka merenja i osmatranja u Beogradu i Srbiji imaju dugu tradiciju. Na dan 1. januara 1848. godine Vladimir Jakšić, profesor Liceja i Velike škole započeo je na Senjaku u Beogradu prva meteorološka merenja i osmatranja i vršio ih do svoje smrti 1899. godine. Sistematska merenja i osmatranja počela su 1. jula 1887. godine na Vračaru, prvo u provizornoj a od 1891. u namenskoj zgradi Meteorološke i astronomske opservatorije u Beogradu.

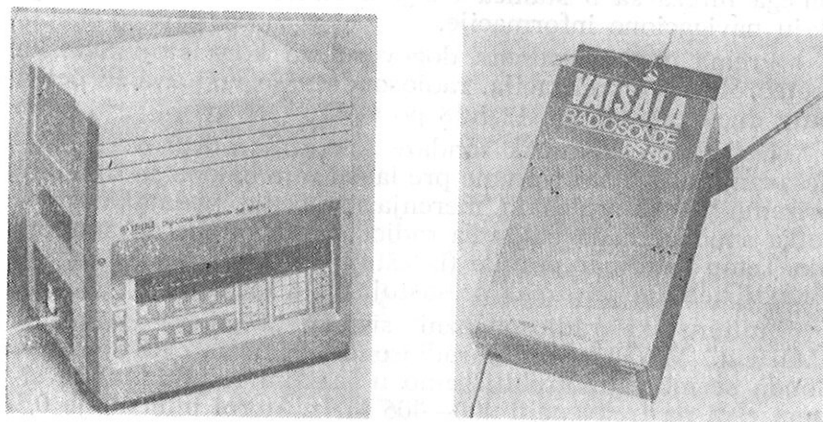
Za uspešnu analizu vremenske situacije ili opisa klime nisu dovoljna prizemna meteorološka merenja. Za analizu stanja atmosfere potrebna su aerološka merenja do visine 20—40 kilometara i radarska osmatranja oblačnih sistema.

Prva radiosondažna merenja u Evropi počela su 1930, u Beogradu 1954, u Zagrebu i Splitu 1955. godine. Radiosondažna merenja daju vertikalni profil temperature, pritiska i vlažnost vazduha, zatim pravac i brzinu vetra.

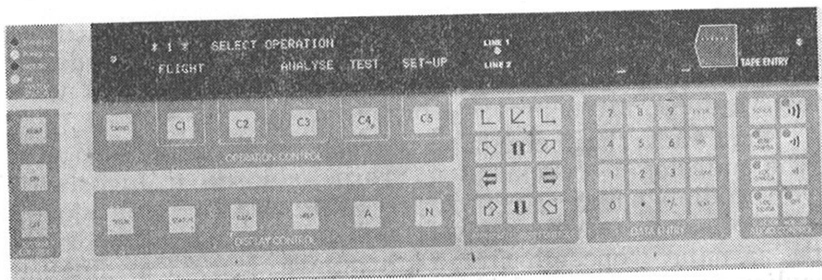
Prva radarska merenja za potrebe meteorologije i operativne hidrologije počela su u Srbiji, odnosno u Jugoslaviji 1969. godine nabavkom radara MRL-1. Ova merenja služila su za praćenje razvoja atmosferskih procesa i oblačnih sistema, za najavu opasnih vremeskih pojava. U 1983. godini nabavljen je nov meteorološki radar MRL-5 sa istom namenom kao i prethodni, ali sa boljim tehničkim rešenjem. U vezi daljeg razvoja radarskih merenja nabavljen je i instaliran kompletan računski sistem Ericsson za sakupljanje i obradu digitalizovanih radarskih podataka sa centralnog radara u Beogradu.

OPERACIONI PRINCIP I METOD MERENJA RADIOSONDAŽNOG SISTEMA „DIGICORA"

Sistem „Digicora" MW 11 služi za automatsku radiosondažu i daje podatke o atmosferskom pritisku, temperaturi i vlažnosti vazduha i vetra do visine 20—30 kilometara iznad zemljine površine ili nivoa mora. To je nova merna tehnika u domenu meteorologije i primenjuje se u Republičkom hi-



Sl. 1 — Automatski radiosondažni sistem „Digicora" MW 11 i Radiosonda RS 80.



Sl. 2 — Prednja strana prijemnika „Digicora"

drometeorološkom zavodu SR Srbije od početka februara 1987. godine. Sa balonima Totex CR—350 grama radiosonda „Vaisala" (u kojoj su smešteni veoma laki senzori za temperaturu i vlažnost i mehanizam za merenje atmosferskog pritiska) sa lokacije — Košutnjak dostiže visinu 20—30 kilometara.

Na svake 2,5 ili 10 sekunde predajnik sonde šalje podatke prijemniku gde se na displeju ili štampaču čitaju podaci o temperaturi vazduha, relativnoj vlažnosti, atmosferskom pritisku.

Pravac i brzina vetra određuje se položajem, odnosno promenom položaja sonde u prostoru i to na svake 10 sekunde.

Kao osnova za određivanje pravca i brzine vetra služi omega mreža sa 8 stanica i sigma mreža sa 3 stanice koje daju navigacione informacije.

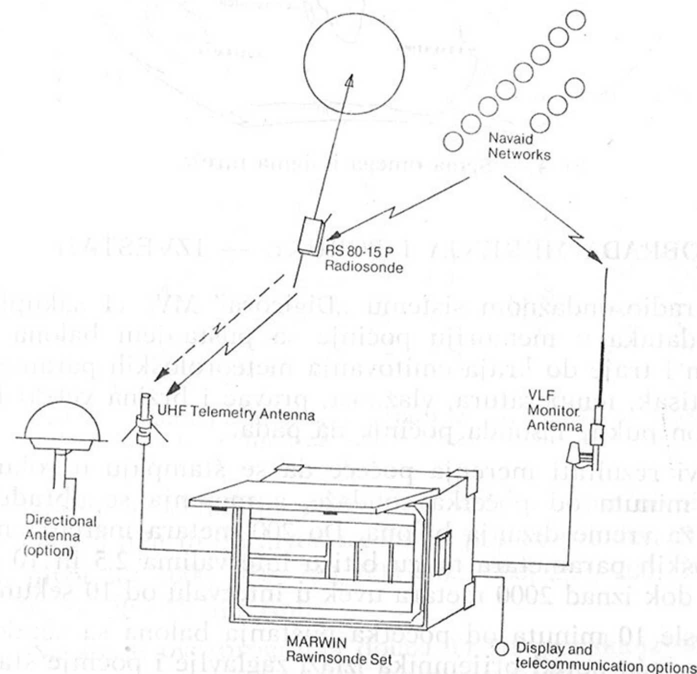
Prema međunarodnom dogovoru iza koga stoji Svetska meteorološka organizacija, radiosondaža se vrši dva ili četiri puta dnevno u 00, 06, 12 i 18 po GMT.

Uobičajeni postupak sondaže sastoji se od provere i podešavanja uređaja, pripreme pre lansiranja balona sa sondom, prizemnih meteoroloških merenja, praćenja podataka, završetka sondaže kada balon sa radiosondom pukne do štampanja Temp i Metpar poruke (izveštaja). U uputstvu za rad sa ovim sistemom postupak se sastoji iz 16 tačaka.

Automatski radiosondažni sistem „Digicora" MW ili „Marwin" MW 12 koristi radiosonde „Vaisala" RS-80-15 N. Sonda se može upotrebiti samo u jednom terminu. Ovaj sistem radi na frekvenciji 400—406 MHz. Merni interval je 0,5 do 2,5 sekunde. Daje brzinu vetra u rasponu 0 do 99,9 metara u sekundi i pravac vetra od 0 do 359°.

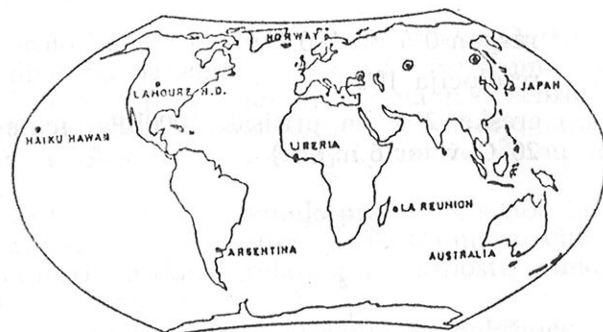
Tehničke karakteristike radiosonde RS-80-15 N:

Pritisak	raspon od 1060 hPa do 3 hPa (mb)
	rezolucija 0,1 hPa (mb)
	greška 0,5 hPa (mb)
Temperatura	raspon 60°C do —90°C
	rezolucija 0,1°C
	greška 0,2°C za brzine manje od 2,5 m/sek
Vlažnost	raspon 0% do 100%
	rezolucija 1%
	greška 2% (za pritisak 1000hPa, temperatura 20°C, vetar 6 m/sek)



Sl. 3 — Šema radiosondaže (sistem „Digicora", antene UHF i VLF, radiosonda RS 80—15 P sa balonom, omega i sigma mreža)

Ovaj sistem je u potpunosti automatizovan sa digitalnom obradom podataka i izveden u procesnoj tehnici. Posredstvom RS-232 C ovaj sistem može da komunicira sa drugim računskim sistemom ili štampa podatke na matičnom štampaču. Osim standardnih podataka za međunarodnu i međurepubličku razmenu moguće je dobiti namenski obrađene podatke. Za međunarodnu razmenu služi Temp izveštaj, a za namenske potrebe Metpar program.



Sl. 4 — Šema omega i sigma mreža

OBRADA MERENJA I PORUKE — IZVEŠTAJI

U radiosondažnom sistemu „Digicora" MW 11 sakupljanje podataka u memoriju počinje sa puštanjem balona sa sondom i traje do kraja emitovanja meteoroloških parametara (pritisak, temperatura, vlažnost, pravac i brzina vetra) kada balon pukne i sonda počinje da pada.

Prvi rezultati merenja počeće da se štampaju u roku 8 do 10 minuta od početka sondaže, a merenja se obrađuju stalno za vreme dizanja balona. Do 200 metara merenja meteoroloških parametara mogu biti u intervalima 2,5 ili 10 sekundi, dok iznad 2000 metara uvek u intervalu od 10 sekundi.

Posle 10 minuta od početka puštanja balona sa sondom na štampaču pored prijemnika izlazi zaglavlje i počinje štampanje na svakih 10 sekundi: visine sonde u metrima, atmosferskog pritiska u hPa, temperature vazduha u C°, relativne

vlažnosti u %, temperature tačke rose u C°, odnos smeše u gr/m³, pravca vetra u stepenima i brzine vetra u m/sek.

Sledeći korak u automatizovanoj obradi je izdvajanje značajnih (karakterističnih) nivoa za visinu u gpm, pritiska u hPa, temperature vazduha u C°, relativne vlažnosti u %, temperature tačke rose u C° i određivanje visine tropopauze u metrima. U drugom delu značajnih nivoa određuje se vetar (visina u metrima, pravac i stepenima, brzina u m/sek, kao i maksimalna brzina).

```
Station        :  13275
Location       :  44.77 N  20.48 E   203 m above mean sea level

RS number      :  108663452

Ground check   :    Ref      RS     Corr

  Pressure     :  985.0   904.5     0.5
  Temperature  :   22.0    22.1    -0.1
  Humidity     :      0      -1       1

Launch time    :  88 04 14   at  0 04 GMT
```

Time	Hght	Press	Temp	Hum	Td	MixR	DD	FF
0 0	203	985.0	10.8	85	8.4	7.02	90	2.0
0 10	244	980.1	11.1	84	8.5	7.10	85	1.5
0 20	287	975.1	11.2	82	8.2	7.01	72	0.9
0 30	332	969.9	11.1	81	8.0	6.92	29	0.6
0 40	380	964.2	10.8	80	7.5	6.74	330	0.7
0 50	431	958.4	10.5	80	7.2	6.65	310	1.3
1 0	482	952.5	10.1	79	6.6	6.44	302	1.9
1 10	533	946.7	9.8	79	6.3	6.35	298	2.4
1 20	586	940.8	9.5	79	6.0	6.25	296	2.9
1 30	638	934.8	9.1	79	5.7	6.12	295	3.4
1 40	689	929.1	8.8	79	5.4	6.03	294	3.7
1 50	740	923.5	8.6	79	5.2	5.98	295	3.9

Sl. 5 — Merenja koja se dobijaju iz radiosonde za svakih 10 sekundi za vreme dizanja balona.

Zatim se obrađuju podaci na standardnim nivoima od 1000 do 10 hPa ili do nivoa na kome je pukao balon. Standardni nivoi su: 1000, 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100, 70, 50, 30, 20 i 10 hPa (mb).

Na kraju ovo programa dolazi TEMP poruka-izveštaj koja se sastoji iz četiri dela i to: A, B, C i D. Temp izveštaju su uljučeni standardni (A i C) i značajni nivoi (B i D). Ovaj

izveštaj se perforira na traku i preko primopredajnog centra šalje se u međurepubličku i međunarodnu razmenu.

Posle završetka sondaže sprovodi se radni postupak za dobijanje METPAR programa. Ovaj program služi za detaljne analize i sadrži 24 parametra, koji služe i za dokumentaciju. Ovi parametri su odabrani zbog svoje specijalne podobnosti za potrebe meteorologije i hidrologije, za brzo korišćenje radiosondažnih merenja na aerodromima, za potrebe protivgradne zaštite i veštačkog uticaja na vreme i za meteorološke potrebe za vojne ciljeve.

Time min	s	Hght gpm	Press hPa	Temp C	Hum %	Td C	
0	0	203	985.0	10.8	85	8.4	T U
0	30	332	969.9	11.1	81	8.0	T
14	0	4270	590.7	-12.9	87	-14.6	T
23	30	7537	377.5	-39.2	63	-43.6	T
28	30	9354	287.1	-53.5	45	-60.1	T
29	0	9550	278.5	-54.6	44	-61.3	T
31	0	10440	242.4	-53.0	41	-60.4	T
32	40	11199	215.3	-56.3	38	-64.0	T
36	30	12680	170.7	-53.5	38	-61.4	T
46	50	16136	99.3	-57.2	26	-67.7	T
60	30	20289	51.5	-58.7	27	-68.8	T
62	0	20760	47.8	-56.5	30	-66.0	T U

Time min	s	Hght gpm	dd deg	ff m/s		
0	0	203	90	2.0	F	D
0	20	287	72	0.9		D
0	40	380	330	0.7		D
1	10	533	278	2.4		D
6	10	2053	352	9.9	F	D
12	40	3850	358	3.1		D
15	40	4841	343	1.9	F	D
18	40	5858	230	4.8		D
27	20	9687	209	15.7	F	D
38	10	13304	264	11.3		D
62	0	20760	281	5.4	F	D

Press hPa	Hght gpm	Temp C	Hum %	Td C	dd deg	ff m/s
1000.0	76	/////	///	//////	/////	//////
850.0	1420	4.1	88	2.3	350	5.2
700.0	2975	-4.8	71	-6.0	2	4.0
500.0	5540	-22.2	80	-24.7	255	2.7
400.0	7137	-35.5	66	-39.6	240	5.2
300.0	9070	-51.1	49	-57.2	193	13.2
250.0	10242	-53.5	42	-60.7	211	14.3
200.0	11668	-55.8	38	-63.6	239	12.0
150.0	13512	-54.4	35	-62.9	262	11.9
100.0	16095	-57.0	27	-67.2	265	9.5
70.0	18350	-56.7	27	-67.0	281	7.9
50.0	20469	-57.6	28	-67.5	286	5.7

Sl. 6. — ZNAČAJNI/KARAKTERISTIČNI/NIVOI

Maksimalni broj parametara koji mogu odjednom da se unesu je 10, a u praksi se obično štampaju na jednom listu 8 parametara. Određeni parametri se štampaju u nivoima, a gornji limit utvrđen programom je na 32.767 metara. Minimalna vrednost intervala između dva susedna nivoa je 30, a maksimalna 1.000 metara. Za praktične potrebe u Hidrometeorološkom zavodu SR Srbije u Beogradu uzet je interval od 250 metara.

TEMP IZVEŠTAJ

STANDARDNI NIVOI

```
TTAA 14001 13275
99985 10824 09002
00076 ///// ///// 85420 04010 35005 70775 04912 36004
50554 22325 25503 40714 35541 24005 30907 51156 19513
25024 53557 21014 20167 55958 24012 15351 54559 26012
10610 57160 26510
88279 54757 20516
77999=
```

ZNAČAJNI - KARAKTERISTIČNI NIVOI

```
NNNN
TTBB 14007 13275
00985 10824 11970 11031 22591 12917 33378 39344 44287 53557
55279 54757 66242 53157 77215 56358 88171 53558 99100 57160
21212 00985 07002 11975 07001 22964 33001 33947 30002
44786 35010 55626 36003 66549 34502 77479 23005 88273 21016
99155 26511 11100 26510
41414 874//
51515 11872 35004 22800 35010 33600 00503
52525 92726 08634 29504=
```

STANDARDNI NIVOI IZNAD 100 hPa

```
NNNN
TTCC 14005 13275
70835 56760 28008 50047 57760 28506
88999
77999=
```

ZNAČAJNI NIVOI IZNAD 100 hPa

```
NNNN
TTDD 14007 13275
11993 57361 22515 58760 33478 56560
21212 11478 28005=
```

Kod ovog programa se preporučuje da se sondažna osmatranja registruju odmah nakon završetka sondaže. To se postiže skladiranjem podataka u memoriju ili sa diskete kada se preduzmu potrebne mere za čuvanje podataka.

Ako se iz nekog razloga merenja vetra i vlažnosti završe predposlednjeg nivoa kose crte će biti odštampane da nam ukažu da nedostaju podaci.

Broj	NAZIV	SKRAĆENICA U PROGRAMU	JED.MERE	DEC.
0	VISINA (uvek štampano)	Height	gpm	0
1	PRITISAK	Pressure	hPa	1
2	TEMPERATURA	Temp	C	1
3	RELATIVNA VLAŽNOST	Rel.Hum	RH%	1
4	PRITISAK ZASIĆENE VODENE PARE	V.P.Sat	hPa	3
5	PRITISAK VODENE PARE	Vap.Pres	hPa	3
6	POTENCIJALNA TEMPERATURA	Pot.Temp	C	1
7	STVARNA TEMPERATURA	Virt.Temp	C	1
8	TEMPERATURA TAČKE ROSE	Dew Point	C	1
9	SPECIFIČNA VLAŽNOST	Spec.Hum	g/kg	3
10	INDEKS REFRAKCIJE	Ref.Index		3
11	MODIFIKOVANI INDEKS REFRAKCIJE	R.I.Mod		3
12	GUSTINA VAZDUHA	Air.Den	g/m^3	2
13	SONIČNA BRZINA	Son.Speed	m/s	1
14	BRZINA UZDIZANJA	Asc.Rate	m/s	1
15	GRADIJENT INDEKSA REFRAKCIJE	R.I.Grad	1/100 m	2
16	TEMPERATURNI GRADIJENT	Temp.Grad	C/100 m	2
17	PRAVAC VETRA	Wind Dir	0-360	0
18	BRZINA VETRA	Wind Sp.	m/s	1
19	N-KOMPONENTA VETRA	N-Wind	m/s	1
20	E-KOMPONENTA VETRA	E-Wind	m/s	1
21	BRZINA MEŠANJA	Mix.Ratio	g/kg	2
22	PSEUDO EKVIVALENTNA POTENCIJALNA TEMPERAT.	P.E.P.T.	C	1
23	VETAR PO PRAVCU	Along Wind	m/s	1
24	BOČNI VETAR	Across Wind	m/s	1

Sl. 8 — Lista parametara u METPAR programu

PARAMETRI IZ PROGRAMA METPAR

Height gpm	Air Den. g/m 3	Air Den. g/m 3	Asc.Rate m/s	Temp Grad C/100m	Wind Dir 0 360	Wind Sp. m/s
20750	76.76	76.76	5.5	-0.18	281	5.4
20500	80.30	80.30	5.1	0.78	287	5.8
20250	84.04	84.04	4.8	0.00	286	6.0
20000	87.28	87.28	5.3	-0.38	283	6.9
19750	90.93	90.93	5.5	0.18	274	7.0
19500	94.49	94.49	5.6	-0.18	268	7.4
19250	98.29	98.29	4.9	0.30	266	7.8
19000	102.34	102.34	4.9	-0.20	266	7.5
18750	105.99	105.99	5.2	-0.19	274	7.6
18500	109.99	109.99	5.1	-0.39	280	7.7
18250	114.60	114.60	5.1	0.59	280	8.2

prva kolona — visina u gpm

druga kolona — pritisak u hPa

treća kolona — temperatura u C

četvrta kolona — relativna vlažnost u %

peta kolona — virtuelna temperatura u C

šesta kolona — temperatura tačke rose u C

sedma kolona — indeks refrakcije

PARAMETRI IZ PROGRAMA METPAR

Height gpm	Pressure hPa	Temp C	Rel.Hum RH%	Virt.Temp C	Dew Point C	Ref.Index
20750	47.8	-56.5	30.0	-56.4	-66.0	17.107
20500	49.8	-57.4	28.0	-57.3	-67.3	17.967
20250	51.8	-58.7	27.0	-58.7	-68.7	18.790
20000	53.9	-58.3	27.0	-58.3	-68.4	19.516
19750	56.1	-58.5	26.0	-58.5	-68.8	20.327
19500	58.3	-58.5	26.0	-58.5	-68.8	21.122
19250	60.7	-58.3	16.0	-58.3	-68.7	21.970
19000	63.2	-58.3	26.0	-58.3	-68.7	22.873
18750	65.7	-57.5	27.0	-57.5	-67.7	23.695
18500	68.4	-56.8	27.0	-56.8	-67.0	24.591
18250	71.1	-57.3	26.0	-57.3	-67.8	25.613

prva kolona — visina u gpm

druga kolona — gustina vazduha g/m²

treća kolona — gustina vazduha

četvrta kolona — brzina uzdizanja

peta kolona — temperaturni gradijent

šesta kolona — pravac vetra 0—360

sedma kolona — brzina vetra m/s

Sl. 9 — Primer štampanja parametara u programu METPAR od 14, 4. 1988. god. u OO GMT

KORIŠĆENJE REZULTATA RADIOSONDAŽNIH MERENJA

Rezultati radiosondažnih merenja koriste se u meteorologiji, hidrologiji, vazduhoplovstvu, radio saobraćaju, u međunarodnoj razmeni, za stručne i naučne radove.

-. Radiosondažna merenja u meteorolgiji služe za određivanje stanja atmosfere. Na osnovu emagrama (termodinamički aerološki dijagram sa koordinatama X=T i Y=1g p) određuje se vertikalni profil temperature vazduha, temperature tačke rose, atmosferskog pritiska u gpm, pravca i brzine vetra na standardnim i značajnim (karakterističnim) nivoima. Na istom emagramu određuje se stabilnost troposfere, vrši se analiza oblaka ili oblačnog sistema, obrađuju se uslovi konvekcije (konvektivno-kondenzacioni nivo, vertikalna brzina, energija nestabilnosti).

Na osnovu analize visinskog vetra može se odrediti advekcija temperature (širenje toplog i prodiranje hladnog vazduha), brzina premeštanja hladnog i toplog fronta na prizemnim sinoptičkim kartama. Kod međunarodnne razmene na osnovu ovih merenja crtaju se i analiziraju visinske sinoptičke karte za standardne nivoe (850, 700, 500 i 300 hPa). Ova merenja sa istim merenjima u susednim zemljama služe kao podloga za numeričku izradu prognostičkog emagrama.

Za potrebe protivgradne zaštite radiosondažni podaci predstavljaju osnovni materijal zajedno sa radarskim osmatranjima na kome se zasniva stručni rad i stručno-naučna osnova protivgradne zaštite. Određuju se visine izotermi, nivo kondenzacije, vrh oblaka, maksimalna vertikalna brzina i drugo.

2. Za potrebe hidrologije, odnosno prognoze voda u toku jeseni, zime i proleća vrlo je važna visina 10 i 0 izoreme radi određivanja intenziteta otapanja snežnog pokrivača (do nivoa 10 izoterme postoji naglo otapanje snežnog pokrivača). U letnjem periodu godine na osnovu tekućeg i prognostičkog emagrama određuje se količina pljuskovitih padavina koje su važne za prognozu bujičnih poplava.

3. Za civilno i vojno vazduhoplovstvo radiosondažna merenja su važna radi određivanja turbulencije, za određivanje slojeva zaleđivanja, za donju i gornju bazu oblaka, za slojeve sa mlaznim strujama (brzine veće od 30 metara u sekundi), za preovlađujuća visinska strujanja (u čelo ili rep aviona).

4. Ova merenja služe za određivanje stepena zagađenosti vazduha i načina prostiranja u nižim slojevima troposfere. Radiosondažni sistem „Digicora" daje na svakih 10 sekundi

vertikalni profil temperature, relativne vlažnosti, atmosferskog pritiska, pravca i brzine vetra. U nižem sloju do 2000 metara ovaj sistem može zameniti mikroradiosondažno merenje koje je neophodno za određivanje stepena zagađenosti vazduha.

Osim toga, radiosondaža sa sistemom „Digicora" može da posluži kao dopuna radarskim merenjima i osmatranjima oblaka ili oblačnog sistema.

5. Ova merenja služe za stručne i naučne radove u domenu proučavanja troposfere i stratosfere, kod određivanja konvekcije, atmosferske refrakcije, fizike graničnog sloja, aerološke klimatologije i lokalne aerološke analize.

6. Radiosondažna merenja su reprezentativna u poluprečniku 100 do 150 kilometara od mesta puštanja sonde. To znači da radiosondaža na lokaciji Košutnjak (Banovo brdo) ima reprezentativne podatke za severni deo Srbije i Vojvodinu.

LITERATURA

1. WMO, 1955:Technical note №. 14, 15, 16
2. WMO, 1959: Technical note №. 28
3. WMO, 1961: Note tecnique №. 35
4. WWW, 1967: Planning Report №. 19
5. SMO, 1981: Dugoročni plan za naučni i tehnički rad SMO za period 1984 do 1993. god.
6. WMO, 1985; Technical note №. 185
7. SMO, 1987: Dugoročni plan SMO, opšta politika i strategija u periodu 1988—1997. god.
8. Vaisala, 1987, Uputstvo za rukovanje uređajem Digocora MW 11 (prevod sa engleskog B. Marinković)
9. Vaisala, 1987, Priručnik sa instrukcijama za Metpar MW 11 i MW 12 (prevod sa engleskog B. Marinković)
10. Dr Radinović Đ, 1968, Analiza vremena, Beograd
11. Vukmirović D., 1974, Uvod u lokalnu aerološku analizu, Beograd

WMO — WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, Geneva
SMO — SVETSKA METEROLOŠKA ORGANIZACIJA, Ženeva

U ovom radu tehnički saradnik Milanka Denac.

ELEMENTARNE NEPOGODE

UVOD

Sa elementarnim nepogodama i katastrofama čovek je kroz vekove uvek vodio borbu, čovek se plašio i strepio. Stari narodi su svoja božanstva videli u zemljotresu i vulkanu, u munji, gromu i vatri. Pred rušilačkom snagom zemljotresa nestajale su neke stare civilizacije (primer Atlantide po Platonu). Pod udarima olujnog vetra i velikih morskih talasa nestajale su flote, kao „španska armada" u englesko-španskom ratu, Engleska i Francuska flota u krimskom ratu u novembru 1854. godine. Veliki požari uništili su mnoga naselja i gradove, dok su velike poplave odnosile i rušile sve pred sobom. Dugo vremena ljudi su bili bespomoćni i nemi posmatrači elementarnih nepogoda.

U toku XIX i XX veka ljudi su počeli sistematski da proučavaju elementarne nepogode i katastrofe i počeli su prvi pokušaji na naučnoj osnovi da se prognoziraju, posebno u domenu prognoze vremena i voda. Tako je Brandes u Nemačkoj od 1816. do 1820. godine sastavio prve sinoptičke karte za Evropu, a Lumis 1824. godine za SAD. Nešto kasnije, meteorolog Dove (1837) došao je do zaključka da sva kretanja u atmosferi u umerenim širinama imaju vrtložni karakter i utvrđena je sličnost sa tropskim ciklonima. Otkrivena je veza između polja pritiska i vetra. Osim ciklona, otkriveni su anticikloni, odnosno polja niskog i visokog atmosferskog pritiska. Za praćenje oluja i radi praktične koristi osnovane su prve vremenske službe u Evropi od 1865. do 1873. godine. Tako od 1873. godine počinje organizovana međunarodna saradnja u domenu meteorologije, koja je prekidana samo za vreme I i II Svetskog rata. Radiosondažna merenja atmosfere, uspesi dinamičke meteorologije o atmosferskim procesima i uvođenje prognostičkih numeričkih karata, koje imaju matematičko-fizičku osnovu doprineli su da prognoziranje buduće vremenske situacije bude što tačnije (uspešna prognoza je ona koja se ostvaruje oko 80% i više procenata). Za prognozu atmosferskih nepogoda osnovu čine satelitska i radarska osmatranja oblačnih sistema, prognostičke karte za kratak rok i automatske meteorološke stanice. U poslednje 2 do 3 decenije počelo je da se veštački deluje na vreme, odnosno na sprečavanju vremenskih nepogoda. To je sprečavanje padanja velikih zrna grada, smanjenje olujnih udara vetra u tropskim ciklonima, razbijanje i podizanje magle, na stvaranju ili povećanju količine padavina.

Kod zemljotresa, rudarskih katastrofa, požara i tehničko-tehnoloških katastrofa vrlo je važna preventiva, odnosno smanjenje rizika i opasnosti. Ovde pomažu televizijski i radio programi, štampa, predavanja u školama i radnim organizacijama. Kod elementarnih nepogoda bitno je brzo otkrivanje oblasti ili mesta katastrofe, zatim brzi telekomunikacioni sistem za obaveštavanje i javljanje centrima Civilne zaštite (CZ), centrima OiO i organizacijama koje sprovode odbranu i zaštitu od elementarnih nepogoda u skladu sa postojećim zakonskim propisima.

Kod pojave zemljotresa treba poznavati seizmotektonske karakteristike naše zemlje i suseda, seizmičku opasnost u prostoru i vremenu, a posebno rizik kod energetskih objekata (brane, termoelektrane i dr.) i velikih stanbenih naselja. Sa ovim su vezane tehničke regulative za planiranje i projektovanje u seizmičkim područjima, zatim socio-ekonomski aspekti i veza seizmologije i civilne zaštite (CZ) za vreme i posle zemljotresa. U domenu seizmologije važna su iskustva i pouke od proteklih zemljotresa kod nas i u svetu.

Rudarske katastrofe vezane su sa opasnostima koje donose gasovi (metan, ugljendioksid, vodonik i dr.), ugljena eksplozivna prašina, zatim provale vode u rudnicima-površinske ili podzemne. Kod dugotrajnih kiša ili jakih lokalnih pljuskova javlja se ugroženost na površinskim kopovima (REIK „Kolubara" i Kosovo", RTB, „Bor" i dr.). Na bušotinama u našoj zemlji postoji opasnost pri eksploataciji nafte i zemnog gasa (primer erupcije u Bečeju). Usled toga u rudarstvu postoji poseban plan odbrane, spasavanja i obrazovanja kadrova u vezi elementarnih nepogoda.

Kod pojave požara u našoj zemlji važna je organizacija i povezanost ugroženog predela ili objekta sa strukturama CZ i ONO. Zbog toga je zaštita od požara i eksplozija integralni deo jedinstvenog sistema ONO i DSZ. Osim požara u industriji naseljima koji nanose privredi i društvu velike materi-

jalne štete u poslednjih 10 do 20 godina obraća se posebna pažnja uzrocima nastajanja šumskih požara i poljoprivrednih površina. U ovom slučaju veoma je važan značaj i uloga službe osmatranja i javljanja kod ranog otkrivanja šumskih požara sa zemlje i iz vazduha. U sistemu protivpožarne zaštite važna je preventiva, odnosno eliminacija izvora paljenja i vaspitanje naroda preko sredstava informisanja.

U odnosu na napred pomenute, tehničko-tehnološke katastrofe su novijeg datuma i vezane su sa brzim razvojem nauke i industrije. Ovde se inžinjering i ljudski faktor pokazuju kao nosilac katastrofalnih rizika. Uobičajeni su požari u rafinerijama nafte, požari kod isticanja opasnih materijala, izlaska otrovnih gasova iz sistema, eksplozije oblaka etilena i u fabrikama acetilena. Ovde se ubrajaju avionske nesreće i katastrofe lako zapaljivih materijala u transportu. Posebnu grupu čine nuklearni rizici gde alfa, beta i gama zračenje ima dugotrajne i katastrofalne posledice na ljudski, biljni i životinjski svet.

Za preventivu i zaštitu od elementarnih nepogoda potrebno je urbanističko-prostorno planiranje, organizovana zdravstvena zaštita, solidarnost kao princip socijalističkog morala i povezivanje svih društvenih struktura za ONO i DSZ.

ZEMLJOTRESI

Zemljotres ili trus je nagao i iznenadan poremećaj u Zemljinoj kori i na površini koji izaziva potrese u pojedinim oblastima. Nastaje kao posledica dejstva unutrašnjih sila, tektonskih pokreta i poremećaja u Zemljinoj kori, vulkanskih erupcija ili obrušavanjem stenovitih masa iz viših i niže planinske delove ili pećinskih svodova. U periodu posle drugog svetskog rata izazvani su mnogi veštački zemljotresi kao posledice eksperimenata sa podzemnim nuklearnim ekslozijama.

Po načinu kretanja terena i manifestovanju na površini razlikuju se sukusorni, tj. udarni trustovi pokretni u vertikalnom pravcu, i undulatorni, pokretni u vidu talasanja uz horizontalno širenje. Kod svakog trusta razlikuje se mesto početnog udara, hipocentar, mesto neposredno iznad hipocentra na površini, epicentar, i emergentni ugao, tj. ugao koji zaklapaju direktni trusni talasi iz hipocentra sa zemljinom površinom, odnosno tangentom povučenom iz epicentra.

Registrovanje i izučavanje potresa vrši se seizmografima u seizmološkim stanicama ili institutima. Na primer, u Beogradu u Seizmološkom zavodu na Tašmajdanu, zatim u Zagrebu, Splitu, Titogradu. U Evropi je poznat geofizički institut u Upsali u Švedskoj. Jačina potresa računa se u mikronima (1 mikron=1/1000 mm) a ocenjuje se po međunarodnoj skali od 12 stepeni. To je Rihterova i Merkalijeva skala.

Katastrofalni zemljotresi u prošlosti u našoj zemlji:

— u Dubrovniku 1667. god. kada je stradao veći deo grada,
— Dubrovačko-hercegovački 1924. god.,
— Šumadijski 1927. god.,
— Valandovo 1931. god.,
— Skoplje 1963. god.,
— Banja Luka 1969. god.,
— Crna Gora 1979. god.,

RIHTEROVA I MERKALIJEVA SKALA

Rihterova skala	Merkalijeva skala	Dejstvo potresa
I stepen	I stepen	Registruju samo seizmografi
II stepen	II stepen	Osećaju pojedinci na višespratnicama
III stepen	III stepen	Osećaju grupe ljudi
IV stepen	IV stepen	U kućama se trese posuđe, pod i tavanice škripe
V stepen	V stepen	Oseća celo stanovništvo, a na starim crkvama zvone manja zvona
	VI stepen	Njišu se lusteri, prestaju sa radom zidni satovi, klati se drveće, puca malter na zidovima starih kuća
VI stepen	VII stepen	Na starim kućama javljaju se pukotine, na rekama talasanje opšti strah
	VIII stepen	Ruše se dimnjaci, javljaju se pukotine na svim zgradama, talasanje na rekama
VII stepen	IX stepen	Delimično ili potpuno uništenje svih građevina
	X stepen	Većina kamenih zgrada je umništena, lome se cevi vodovoda i gasovoda, pojavljuju se na ulicama pukotine, vode reka i jezera zapljuskuju obale
VIII stepen	XI stepen	Uništene sve građevine od kamena ruše se mostovi, savijaju se železničke i tramvajske šine
IX stepen	XII stepen	Ne preostaje ništa od čovekove delatnosti, menja se topografija terena na kojem je došlo do potresa

Katastrofalni zemljotresi u prošlosti u svetu:

— Lisabon 1755. god., najjači u jugozapadnoj Evropi,
— San Francisko 1906. god.,
— Mesina 1908. god.,
— Tokio 1923. god. — jedan od najvećih trusnih katastrofa,

— Plovdiv 1928. god.,
— Korint 1928. god.,
— Beluđistan 1935. god.,
— Anadolija 1938. god.,
— Čile 1939. god.,
— Jonska ostrva 1953. god.,
— Tesalija 1954. god.,
— Agadir 1960. god.,
— Peru 1970. god.,
— Iran 1972. god.,
— Gvatemala 1976. god.,
— Meksiko 1985. god.

ATMOSFERSKE NEPOGODE

Nepogode ili nevreme su dinamička zbivanja u atmosferi. Nastaju kao posledica prodora hladnih vazdušnih masa i podvlačenja hladnog vazduha ispod toplog. Prema uzrocima atmosferske labilnosti nepogoda može biti toplotna (u vazdušnoj masi), nastaje pri vrlo izraženim vertikalnim gradijentima temperature i povećana vlaga i frontalna, javlja se obično na hladnom frontu pri prolasku niske depresije ili ciklona. Nepogoda je praćena žestokim vetrom (olujni ili orkanski), obilnom kišom, gradom, pljuskom snega, grmljavinom, iznenadnim povišenjem pritiska i sniženjem temperature. Nosioci nepogode u letnjem periodu godine u masi ili na frontu su moćni, jako vertikalno razvijeni oblaci kumulonimbusi (Cb).

Opasnim hidrometeorološkim pojavama smatramo one koje se javljaju povremeno, a predstavljaju opasnost za ljudske živote i mogu naneti znatnu materijalnu štetu. Te pojave su:

1) Jak grad,
2) Intenzivna električna pražnjenja,
3) Izvanredno velike količine kiša,
4) Izvanredno visok snežni pokrivač,
5) Orkanski udari vetra,
6) Guste magle,
7) Jake inverzije,
8) Formiranje poplavnih talasa na rekama,
9) Formiranje leda na rekama,
10) Poledica na putevima,
11) Zagađenost vazduha,
12) Zagađenost voda

Statistički kriterijum za definicije ovih pojava se bazira na njihovoj prostornoj rasprostranjenosti i intenzitetu. Praktično je to izvedeno na taj način što je za određenu oblast iz višegodišnjeg niza osmatranja sačinjen kalendar navedenih pojava.

Postoje određene sinoptičke situacije (vremenska stanja) pri kojima se javljaju opasne hidrometeorološke pojave. To su: pružanje anticiklona ili grebena preko srednje Evrope i Balkanskog poluostrva, premeštanje ciklona preko srednje Evrope i Balkanskog poluostrva, zatim prodori vlažnog i hladnog vazduha i širenje toplog vazduha prema našoj zemlji.

Prognoza opasnih hidrometeoroloških pojava predstavlja vremenski interval od 2 do 24 časa pre nastupa opasne vremenske pojave. Osnova za najavu opasnih pojava su tekuće i prognostičke karte, emagrami i metodi prognoziranja određenih meteoroloških parametara.

Veoma kratkoročne prognoze (VKPR) označavaju prognozu vremena za 0 do 12 časova unapred, dok „nowcasting" prema definiciji Komisije za atmosferske nauke (Moskva, oktobar, 1981) predstavljala bi informaciju o tekućem vremenu i njegovu prostu ekstrapolaciju za 0 do 2 časa unapred. Prognoza za veoma kratak rok (do 12 časova) i podvrsta „Nowcasting" (o do 2 časa) zahtevaju radarske podatke sa visokim razlaganjem i satelitske snimke oblačnih sistema (Meteosat, Noaa-6 i 7, meteor).

Prognoza za veoma kratak rok treba da pruži lokalnu i detaljnu informaciju o vremenu. Ova prognoza ne treba da bude sinoptičkih razmera već malih mezo-razmera. To je novi zahtev u pogledu osmatranja. Treba da se organizuje posebna mreža stanica sa osetljivim mikrobarografima, higrotermografima i gustom mrežom kišomernih stanica. Jedna od karakteristika procesa srednjih razmera je intenzitet gradijenta meteoroloških elemenata, posebno pritiska i temperature. Lokalne nepogode povezane su sa ovim gradijentima i sistemima.

Iz napred iznetog se dolazi do zaključka da će se vrlo kratke prognoze baviti predviđanjem opasnih i razornih vremenskih pojava. Intenzivne vremenske pojave koje imaju velikog uticaja na materijalna dobra i dovode u pitanje živote ljudi su fenomeni mezorazmera. Grmljavinske nepogode, snežne mećave, orkanske vetrove, jake padavine, tornada (u SAD), (trombe), (pijavice), sekundarne depresije su primeri koje je

teško prognozirati na osnovu informacija sinoptičkih razmera. Zato su veoma kratkoročne prognoze pogodne za davanje pravovremenih upozorenja i prognozu jakih nepogoda.

Sistem za najavu opasnih hidrometeoroloških pojava čine pojedini delovi hidrometeorološke službe i određeni organi izvan hidrometeorološke službe. U hidrometeorološkoj službi taj sistem su izveštajna mreža meteorolških i hidroloških stanica i Odeljenja analize i prognoze vremena i voda i Odeljenje radarske meteorologije. Prognoza opasnih hidrometeoroloških pojava dostavlja se štabovima za elementarne nepogode, republičkim i gradskim centrima OiO, sredstvima javnog informisanja i drugim direktno zainteresovanim organizacijama.

Za opasne hidrometeorološke pojave postoje tri stepena pripravnosti. Prvi stepen pripravnosti počinje trenutkom izdavanja prognoze o mogućnosti razvoja ili nailaska date pojave. Drugi stepen nastupa kada se data najava počne razvijati ili kretati prema nekom području za koje je uvedeno stanje pripravnosti. Treći stepen počinje kad neka opasna pojava zahvati dato područje i traje sve dok ista ne iscezne ili napusti određeno područje.

NEPOGODE NA REKAMA

Svake godine neki rečni tokovi u našoj zemlji napuštaju svoja korita i plave veće ili manje površine ugrožavajući ljude i njihova materijalna bogatstva. Sa rekom čovek vodi neprekidnu borbu, od poplava se uvek strepelo.

Prema zapisima u prošlom veku u našoj zemlji poplave većih razmera javljale su se svakih 7 do 8 godina, dok se danas u proseku javljaju svake četvrte godine. Za zadnjih deset godina prosečne godišnje štete od poplave iznose oko 400 milijardi dinara.

Poplave nastaju kao rezultat prelivanja vode izvan prirodnih ili veštačkih granica, odnosno kada dotok vode premašuje kapacitet prirodnog retenziranja ili infiltracije. Pojava prekomernih voda na jednoj reci zavisi od čitavog niza faktora koji se međusobno uslovljavaju i dopunjuju. Porast vodotoka i formiranje poplavnog talasa su najčešće uslovljeni količinom pale kiše ili otapanjem snega. Najopasnije su ciklonske ili frontalne padavine koje na jednom području traju 2, 3 ili više dana. Od intenzivnih i obilnih kiša (jaki plju-

skovi) koje traju kratko i imaju lokalni karakter nastaju takozvane, „bujične poplave". Bujice nose sa sobom velike količine nanosa koji se taloži na kritičnim mestima, posebno na ušćima reka tako da se voda velikom brzinom razliva i pustoši na sve strane.

Dugotrajne kiše zahvataju ceo sliv ili veći deo sliva, zasite zemljište vodom i zatim dovode do porasta vodostaja u čitavom rečnom sistemu. Usled toga, često u proleće i kasnu jesen u kombinaciji sa otapanjem snežnog pokrivača u dolini glavne reke dolazi do formiranja izuzetno visikog poplavnog talasa i do pojave poplava. Ukoliko dođe do koincidencije velikih voda pritoka i glavne reke katastrofa je neizbežna.

U zimskom periodu godine postoji još jedna vrsta poplava i u neposrednoj je vezi sa pojavom ledohoda i ledostaja na rekama. Usled nagomilavanja santi razbijenog leda i blokiranja reke dolazi do sprečavanja oticanja. Usled toga su uzvodne površine i naselja izložena „ledenoj poplavi".

Jedna poplava odnosi ogromne ljudske i materijalne gubitke i poljoprivredi, šumarstvu, industriji, trgovini, saobraćaju i stambenoj privredi. Problem zaštite i odbrane od poplava je sve aktuelniji usled povećanog razvoja vodoprivrednih nizija i korišćenja niskih obalnih područja za naseljavanje ljudi.

Problem odbrane od poplava po svojoj suštini neodvojivi je deo kompleksne vodoprivredne problematike jedne zemlje, koja je u vrlo uskoj vezi sa količinom vode kojom ta zemlja raspolaže. Odbrana od poplava podrazumeva čitav sistem mera koje se preduzimaju na ugroženom području. Prema vremenu izvođenja tih mera izdvajaju je tri faze procesa zaštite: preventivne mere, neposredna odbrana od poplava i saniranje šteta. Najveći značaj ima prva grupa koja obuhvata izgradnju akumulacija i nasipa, regulaciju reka i antierozione radove. Sve se ovo ubraja u investicione radove koji nisu mali ali koji se sprečavanjem mogućih šteta od poplava svakako isplate.

Jedan od najefikasnijih mera za odbranu od poplava je predviđanje pojave velikih voda korišćenjem hidroloških prognoza. Glavni zadatak prognoze je predvideti vodostaj duž čitave reke a naročito na opasnim deonicama, po mogućstvu za što duži vremenski period. Izrada hidroloških prognoza zahteva saradnju između hidrologa i meteorologa, a za

reke koje protiču kroz dve ili više zemalja saradnju na međunarodnom nivou. Za veće reke moguće je dati tačnu prognozu poplava i do pet dana unapred što zavisi od vremena putovanja poplavnog talasa do područja za koje se zahteva prognoza i izboru metode. Za manje reke bujičnog karaktera, kod kojih je brzina odigravanja događaja od nekoliko sati, ostavlja malo vremena za preduzimanje odgovarajućih mera za zaštitu. U ovom slučaju prognostičari izdaju preliminarna upozorenja po mogućstvu dva do tri dana unapred, a na osnovu prognozirane nestabilne vremenske situacije.

Hidrometeorološki zavodi preko službi za prognozu poplava izdaju upozorenja o njihovom nailasku vodoprivrednim organizacijama koje sprovode odbranu i zaštitu u skladu sa odgovarajućim zakonskim propisima. Jedan od njih je i plan odbrane od poplava koji se donosi svake godine od strane Izvršnih veća Skupština Republika i Pokrajina. Odbranom od poplava na određenom vodenom području rukovodi glavni rukovodilac odbrane koji proglašava redovnu i vanrednu odbranu o čemu obaveštava Republički komitet za vodoprivredu, privredu i šumarstvo i odgovarajuće opštinske organe. Obaveštavaju se republički i gradski OiO. Preko sredstava javnog informisanja upozorava se stanovništvo na ugroženom području kako bi se evakuisalo i zdravstvene službe radi preduzimanja mera za sprečavanje epidemija.

Rešavanje zaštite od poplava ne sme biti parcijalno jer jedan sliv treba posmatrati jedinstveno bez obzira na međurepubličke i međunarodne granice. Za vazduh i vodu nema granica — to je moto Svetske meteorološke organizacije sa sedištem u Ženevi.

RUDARSKE KATASTROFE

Proizvodnja mineralnih sirovina različitih vrsta obavlja se površinskim i podzemnim metodama. Među najugroženijim rudarskim delatnostima nalazi se podzemna eksploatacija uglja. Težak fizički rad danas se nastoji zameniti sistemima polumehanizovanog i mehanizovanog dobijanja gde god je to moguće. I pored svega rudarske nesreće i katastrofe su dosta česte jer na njih utiču prirodni, tehničko-tehnološki, organizacioni i ljudski faktori.

Prirodni faktori koji ugrožavajuće deluju na podzemnu eksploataciju uglja su:

1. rudnički gasovi
2. požari endogenog i egzogenog porekla
3. prodori vode i žitkih materijala
4. iznenadni izboji gasa i materijala
5. eksplozivne ugljene prašine
6. agresivne mineralne prašine

Rudnički gasovi kao sastavni deo jamske atmosfere ustvari čine grupu gasova koja se izdvaja iz ležišta i onih koji potiču iz proizvodnog procesa. Obzirom na prirodu dejstva mogu biti otrovni (ugljendioksid, ugljenmonoksid, sumprovodnik, sumportrioksid, oksidi azota) intertni (azot i retki interni gasovi) i eksplozivni (metan, teški ugljovodonici, vodonik i neki otrovni gasovi).

Rudnički požari spadaju među najveće opasnosti pri podzemnoj eksploataciji uglja, jer osim teških posledica koje sami po sebi donose, vrlo često su izazivači eksplozija metana i ugljene prašine. Razlikuju se dve vrste — egzogeni (izazvani su dejstvom spoljnih uzroka) i endogeni požari (nastaju kao posledica zajedničkog dejstva prirodnih i tehničko-tehnoloških faktora).

Prodori vode i žitkih materijala su česte opasnosti u rudnicima. Samo zadnjih nekoliko godina desilo se više takvih slučajeva koji su prouzrokovali ogromne materijalne štete, pa i ljudske žrtve(primer u aprilu 1982. godine u jami Jarando).

Iznenadni izboji gasa i materijala su specifična i vrlo opasna pojava u rudnicima vezana za snažne gasno-dinamičke efekte. Akumulirani i oslobođeni pritisak zajedno sa gasom izbacuje veliku količinu usitnjenog uglja, ugljene prašine i drugog materijala brzinom koja često dostiže 200—300 km/čas.

Eksplozivnom ugljenom prašinom ugroženi su i ostali rudnički pogoni, kao i sam rudnik. Treba istaći da su eksplozije ugljene prašine veće i po posledicama teže nego eksplozije gasova. Stepen eksplozivnosti ugljene prašine zavisi od hemijskog i granulometrijskog sastava, vlage i dr.

Agresivno dejstvo mineralne prašine ispoljava se u štetnom dejstvu koje sadrži slobodan siliciumdioksid na disajne organe, usled čega nastaje profesionalno oboljenje silikoza.

POŽARI

U razvoju industrije i privrede naše zemlje jedno od važnih mesta zauzima i „protivpožarna zaštita". Termin „protivpožarna zaštita" podrazumeva sledeće:

— protivpožarnu preventivu,
— otkrivanje i utvrđivanje tačnog mesta požara i
— gašenje požara.

Kod preventivne „protivpožarne zaštite" dva osnovna koraka su smanjenje rizika i smanjenje opasnosti, odnosno eliminacija izvora paljenja i njegove zapaljivosti. Jedan efikasan metod preventive je vaspitanje. Tu mnogo pomažu televizijski programi o uzrocima i posledicama požara, zatim predavanja u radnim organizacijama i drugo. Efikasni oblici vaspitanja su radio izveštaji o opasnostima od požara, drumski znaci i štampanje brošura. Za otkrivanje požara na većem prostranstvu mogu da posluže podaci u digitalnom obliku sa Landsat satelita.

Kod gašenja požara treba brzo udariti po vatri. Uspešna služba za zaštitu od požara je ona koja uspe da ugasi sve vatre, odnosno požare koji su još mali. Mere za sprečavanje širenja požara dele se na:

a) postavljanje odgovarajućih uređaja za javljanje požara,
b) mere na stvaranju dobro uvežbanih vatrogasnih ekipa,
c) mere za gašenje požara uz upotrebu odgovarajućih sredstava za sprečavanje širenja požara.

Prema objavljenoj statistici, industrija je jedna od onih delatnosti koja usled požara trpi velike štete. Požari u industrijski razvijenim zemljama su dosta česti. Do stalnog broja povećanja dolazi usled povećane upotrebe novih tehničkih materijala i zato što stalno raste volumen proizvodnje. Povećano korišćenje električne energije, povećana automatizacija i produktivnost rada ne smanjuju opasnosti od požara, već naprotiv te opasnosti postaju svakim danom sve veće. Godišnji gubici koje trpi naša privreda usled požara procentualno rastu i penju se na vrlo velike cifre, na desetine milijardi dinara.

Treba obratiti pažnju na požare koji mogu da nastanu zavarivanjem, u kotlarnicama za proizvodnju energije, u industriji za preradu drveta, u tekstilnoj industriji, u stambenim naseljima.

U našoj zemlji u proseku ima godišnje oko 13.000 požara, odnosno oko 36 požara dnevno. Na primer, u 1983. godini šteta od svih požara u našoj zemlji procenjena je na

5.700.000.000,00 dinara. Iste godine poginulo je 154 i povređeno oko 500 ljudi.

U poslednje dve decenije mnoge zemlje su postale svesne potrebe da sačuvaju i štite svoje prirodne resurse. Za mnoge zemlje šume postaju sve značajnije. Šume daju sirovine za čitav niz proizvoda od drveta za domaću potrošnju i za izvoz, predstavljaju sredinu za turizam i rekreaciju. Šume pospešuju kontrolu poplava i erozija i pružaju životni prostor za divlje životinje.

Dva činioca najviše ugrožavaju egzistenciju šuma — vatra i insekti. Požari kojima se ne može gospodariti zahvataju sve veće oblasti šuma, naročito u toplim i tropskim predelima. U našoj zemlji u toku leta za vreme dužih sušnih perioda javljaju se šumski požari, posebno u oblasti Jadrana i na jugu zemlje.

Nov i savršeniji metod za zaštitu šuma od požara je avion. To je jedino sredstvo koje je u stanju da izvede masovni napad na šumski požar u najkraćem vremenskom periodu. Sadašnje vazdušne protivpožarne tehnike zasnivaju se na koncepciji izbacivanja velikih količina voda ili hemikalija na ugroženo područje. Prvi operativni uspeh gašenja šumskog požara iz aviona zabeležen je 1950. godine u Kanadi, u šumi provincijze Ontario gde su izbačene „vodene bombe". Posle toga, došlo je do najmanje 24 modifikacije tipa aviona za borbu protiv požara. Danas je CL-25 Canader — idealan avion za gašenje šumskih požara. To je dvomotorni avion tipa amfibije koji efikasno može da vrši operacije kako sa zemlje tako i sa vode. Njegov raspon krila je 28,6 metara, dugačak je 19,82 metara, a težina sa punim opterećenjem iznosi 19.730 kilograma. Protivpožarni sistem ovog aviona sastoji se od dva rezervoara koji zajedno mogu primiti 5.350 litara vode. Osim gašenja šumskih požara, ovi avioni su intervenisali prilikom zaštite od vatre stambenih, komercijalnih, industrijskih i gradskih četvrti.

Sve veći ekološki i ekonomski značaj šume, zatim značaj šume kao sredine, stvorili su novi zahtev u pogledu modernije i bolje zaštite. Avion predstavlja jedan od najefikasnijih kako za otkrivanje mestapožara, tako i njegovog gašenja. Međutim, avion je skupo sredstvo i neophodno je proučavanje operativnih troškova u odnosu na koristi koje on pruža. „Canaderov" — CL-215 je jedini avion na svetu koji je projektovan i konstruisan izričito za potrebe zaštite šuma. Ove avione poseduje naša zemlja, Kanada, Francuska, Španija, Grčka i Tajland.

ZAGAĐENOST VAZDUHA

U radu i eksploataciji industrijskih objekata, posebno energetsko-rudarsko-hemijskih (termoelektrane, toplane, azotare, rafinerije, fabrike vinil-hlorida i dr.) pojavljuju se veliki izvori zagađenja vazduha koji su opasni za životnu sredinu. Zato je jedan od važnih zadataka projektanata da reše na najpovoljniji način izbacivanje štetnih materija iz izvora u okolnu atmosferu, a to znači da koncentracije ovih na zemljinoj površini ne pređu maksimalno dozvoljene vrednosti u jedinici vremena određen republičkim, pokrajinskim i opštinskim propisima. U ovom slučaju kada se traži najpovoljnije rešenje emisije zagađenog vazduha, najčešće se primenjuje model prostorne i vremenske raspodele koncentracije štetnih materija pri takozvanoj ekonomičnoj visini izvora-dimnjaka i karakteristikama stabilnosti prizemnog sloja atmosfere. Sa tehnološkog aspekta zaštite okolne sredine primenjuju se drugi načini, kao što je specijalna priprema ložišta ili postavljanje filtera na dimnjaku.

Proučavanje prostorne i vremenske raspodele zagađenosti vazduha u lokalitetu industrijskog objekta zahteva kompleksnu analizu meteoroloških, fizičko-hemijskih i fizičko-geografskih parametara.

Za osnovnu karakteristiku zagađenosti vazduha uzima se srednji godišnji broj časova sa koncentracijom sumpordioksida (SO_2) koje prelaze zadatu veličinu. Maksimalno dozvoljena srednja dnevna koncentracija (za 24 časa) sumpor-dioksida za našu zemlju je 0,15 mg/m^3 vazduha. Za dim je maksimalno dozvoljena koncentracija 0,05 mg/m^3 vazduha.

Jedan primer jakog zagađenja vazduha zabeležen je u Boru 28. decembra 1984. godine gde je veliki uticaj imala trenutna vremenska situacija. Tog dana primećena je veća koncentracija dima koji je agresivnije uticao na disanje organa posebno kod obolelih i kod dece. Najjača koncentracija dima zabeležena je od 11,00 do 11,30 časova. Proverom je utvrđeno da je povećana koncentracija dima i otežano disanje došlo zbog povećane koncentracije sumpor-trioksida (SO_3) u vazduhu. Kao zagađivač atmosfere pojavila se fabrika sumporne kiseline, gde je došlo do tehnološkog poremećaja, puštanja fabrike u rad posle niskih temperatura i nepovoljnog vazdušnog strujanja prema gradu. Ovakvi tehnološki poremećaji javljali su se i ranije ali pri normalnim vremenskim uslovima i nije dolazilo do jakog povećanja aerozagađenja. U ovom slučaju jakog za-

gađenja odmah su preduzete mere na otklanjanju uzroka. Obavešteni su građani i sredstva informisanja.

U toku maja 1986. godine Republički hidrometeorološki zavod SR Srbije merio je promene u nivou radioaktivnosti okoline u Beogradu i na teritoriji Republike van teritorija SAP-a, nastale posle havarije N. E. Černobili u SSSR-u, merenjem tvrde beta aktivnosti u uzorcima padavina, površinskih voda, vode za piće i vazduha. Merenje ukupne tvrde beta aktivnosti vršeno je pomoću merača radioaktivnosti uzoraka, „LOLA-4" proizvodnje Instituta za nuklearne nauke „Boris Kidrič" u Vinči. Rezultati merenja su izraežni u Bekerelima po litru (Bq/1) kod uzoraka vode i u Bekerelima po kubnom metru (Bq/m^3) kod uzoraka vazduha.

Merenja Republičkog hidrometeorološkog zavoda SR Srbije su pokazala da je najveća radioaktivnost vazduha u krugu Meteorološke opservatorije — Vračar izmerena 2/3 maja 1986. godine 2,64 Bekerela u 1 m^3 vazduha koji je propušten kroz filter. Posle toga radioaktivnost vazduha bila je u opadanju do 0,0 Bekerela, izmerena 3. maja 1986. godine. U ovom slučaju izmerena je tvrda beta aktivnost površine papirnog filtera od 5 sm^2 na kojoj su deponovane čvrste čestice. Širenje, odnosno premeštanje radioaktivnih čestica iz oblasti Černobilja moglo je da se prati na osnovu radiosondažnih merenja (visinskog vetra, temperature vlage i geopotencijala). Visinske-sinoptičke karte, AT 700 mb i AT 500 mb (oko 3000 i 5000 metara) su pokazale da su vazdušna strujanja krajem aprila iznad Ukrajine i srednje Evrope bila istočna i početkom maja severoistočna, odnosno postojali su uslovi za premeštanje radioaktivnih čestica iz oblasti Černobilja u pravcu Panonske nizije i Balkanskog poluostrva. U ovom slučaju potrebna je međunarodna saradnja za praćenje radioaktivnih oblaka i čestica i timski rad fizičara, hemičara, meteorologa i lekara.

Jedan svetski slučaj katastrofe — jake zagađenosti vazduha od gradske i industrijske magle zabeležen je u Londonu od 5. do 9. decembra 1952. godine. Usled dugog zadržavanja zagađene magle umrlo je oko 4.000 građana, a veliki broj je oboleo od poremećaja organa za disanje. Slični slučaj dogodio se u Parizu 1951. i 1954. godine gde je zabeležen izvestan broj smrtnih slučajeva. I ovde je uzrok katastrofe bila zagađena dugotrajna magla.

USLOVI POJAVE GRADA 22. 06. 1977. god.

Poznato je da prodor hladnog i vlažnog vazduha na zagrejano kopno naše zemlje u toku juna, kada je najduže osunčavanje, uslovljava izrazitu nestabilnost i jak razvoj vertikalne oblačnosti. Tada se frontalni kumulonimbusi često razviju do visine tropopauze, naročito u ranim popodnevnim časovima. Prolazak hladnog fronta, kao i fronta okluzije u većini slučajeva praćen je grmljavinom, pljuskovima, gradom i olujnm vetrom, odnosno pojavom nepogoda.

Oblačnost i padavine u zoni hladnog fronta i okluzije po tipu hladnog fronta u toku dana u letnjem periodu su jače izraženi nego u toku noći. Zato hladan front ili front okluzije u toku noći izgledaju rasplinuti, ali u toku dana na njima mogu da se razviju snažne vremenske nepogode. Kod jake nestabilnosti u zoni hladnog fronta i fronta okluzije oblačni sistem obično se sliva sa oblačnim sistemom unutar vazdušne mase.

Karakteristične sinoptičke situacije u kojima pada grad su:

- hladni frontovi sa poremećajima i velikim kontrastima temperature koji se premeštaju sa severozapada, zapada i jugozapada. Potrebno je da se u takvim situacijama prate promene oblačnosti i tendencija vazdušnog pritiska;
- sekundarni hladni frontovi;
- frontovi okluzije sa dobro izraženim gornjim hladnim frontom.

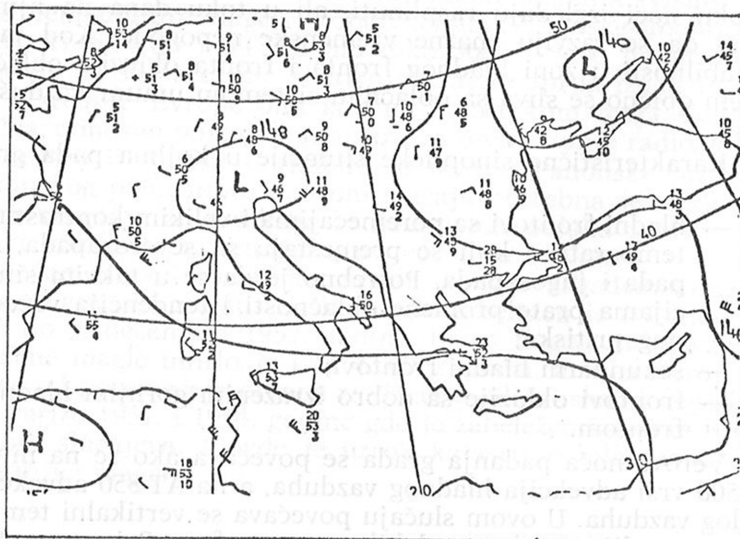
Verovatnoća padanja grada se povećava ako se na nivou AT 500 vrši advekcija hladnog vazduha, a na AT 850 advekcija toplog vazduha. U ovom slučaju povećava se vertikalni temperaturni gradijent, odnosno labilnost atmosfere. Osim toga, treba da se brižljivo analizira temperaturno polje na svim nivoi-

ma, kao i premeštanje centra hladnoće na kartama relativne topografije.

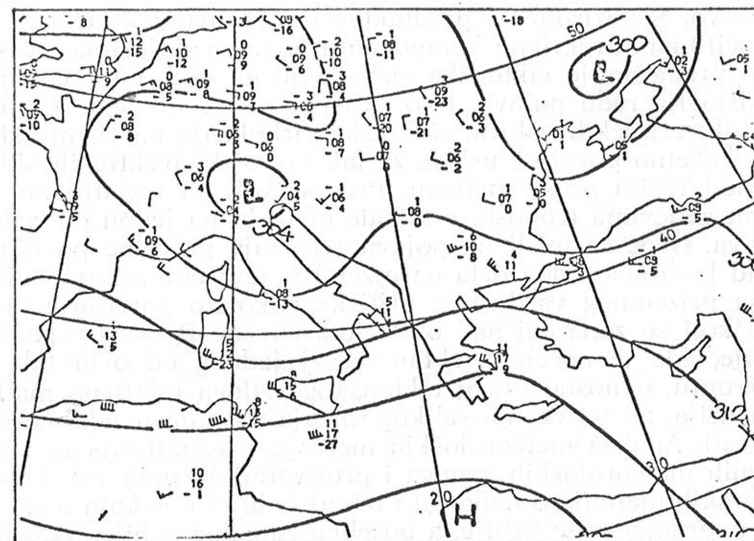
Prateći neprekidno vremensku situaciju nad širim područjem Evrope uočava se još predhodnog dana t.j. 21. juna 1977. godine nešto neuobičajenija barska polja u višim slojevima troposfere za ovo doba godine. Na prizemnoj karti Evrope zapaža se da se srednja, jugozapadna i južna Evropa nalaze u polju slabih gradijenata vazdušnog pritiska i postajanja frontalne zone u oblasti zapadnog Sredozemlja i severnih delova Balkanskog poluostrva.

Slika dinamike strujanja vazduha na višim nivoima uslovljena je vrlo karakterističnim rasporedom barskih modela baš nad čitavim podrujem jugozapadne i srednje Evrope. Iz karata nivoa AT 850 mb, 700 mb, i 300 mb od 01. 00 22. juna 1977. godine zapaža se zatvorena ciklonska cirkulacija nad jugozapadnom Evropom i oblasti Alpa sa velikim temperaturnim gradijentima nad zapadnim Sredozemljem, što je svakako bilo od posebnog značaja za aktivnost frontalne zone u daljem razvoju nad našim područjem (Sl. 1, 2, 3).

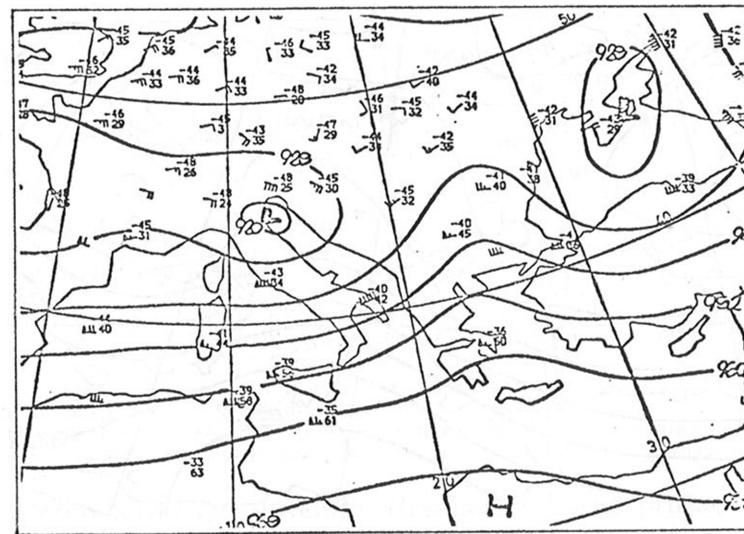
Kao prvi elemenat u analizi procesa koji se odigrao treba istaći pojavu premeštanja ciklonske cirkulacije na visini iz oblasti jugozapadne Evrope i Alpa direktno na Balkansko po-



Sl. 1 — AT 850 mb — 01.00 — 22. 06. 1977.



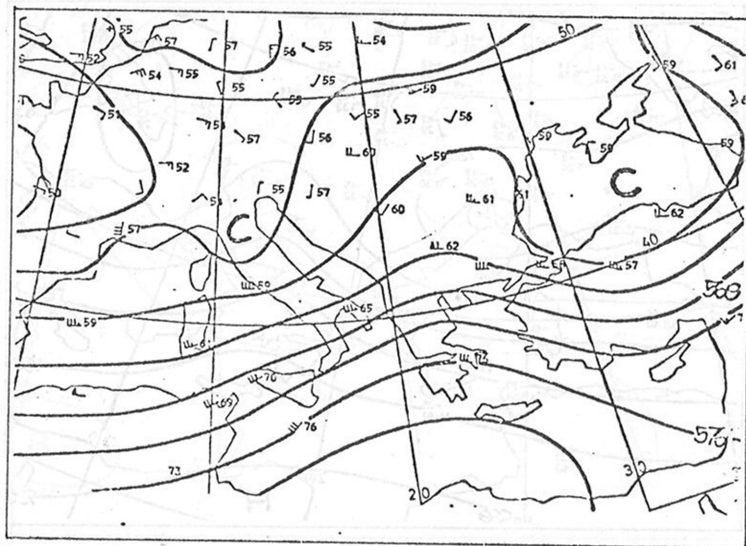
Sl. 2 — AT 700 mb — 01.00 — 22. 06. 1977.



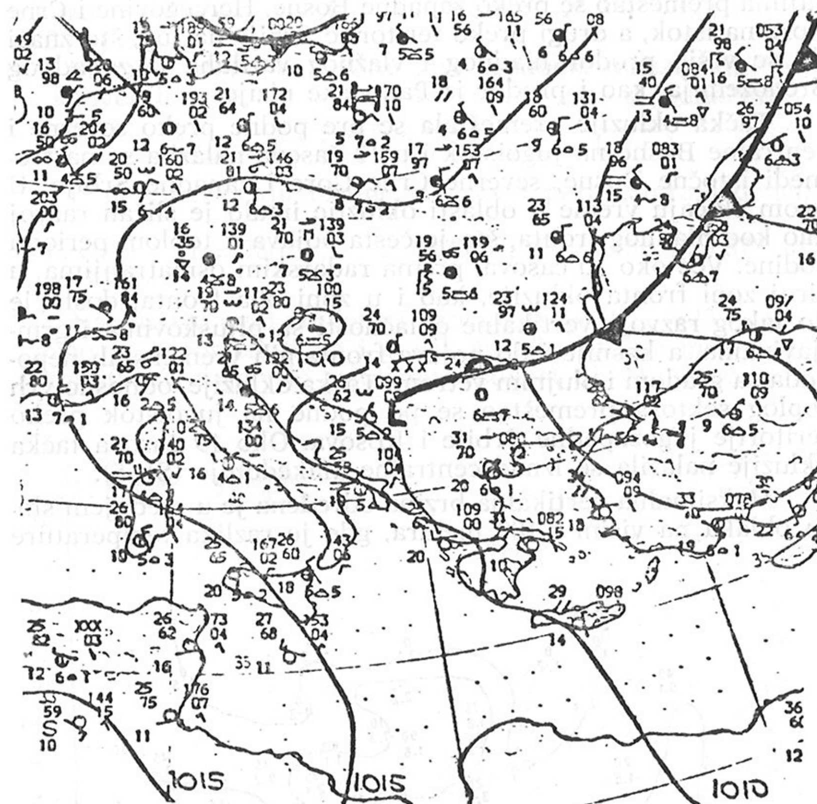
Sl. 3 — AT 300 mb — 01.00 — 22. 06. 1977.

luostrvo. S obzirom na predhodne termodinamičke uslove, a naročito na advektivnu komponentu po svim slojevima, ovako brzo premeštanje ciklonske cirkulacije na područje Balkana predstavlja retu pojavu. Ovo se ističe stoga što je,pored povoljnih termičkih uslova, ciklonska cirkulacija na visini uslovila izuzetno povoljne uslove za jak razvoj konvektivnih oblaka nad većim prostranstvom. Procesi koji su registrovani u nižim slojevima troposfere takođe ukazuju na jednu od ređih pojava. Ovde se misli na pojavu talasanja granične površine iznad kontinentalnog dela naše zemlje. Izvršena mikroanaliza polja prizemnog vazdušnog pritiska slikovito potvrđuje procese koji su zapaženi nad oblastima istočne Bosne i zapadne Srbije, gde je uočen direktan uticaj jednog od ovih talasa na frontu, odnosno uticaj ciklonskog vrtloga relativno malih dimenzija, ali od veoma velikog uticaja na pojavu jake nestabilnosti. Analiza meteoroloških merenja i osmatranja sa svih glavnih meteoroloških stanica i protivgradnih poligona, kao i radarskih merenja o nailasku i uticaju olujnih efekata nad celim područjem uže Srbije, a posebno zapadne Srbije, ukazuje na jednovremenu pojavu pomenute granične površine i uticaja talasa na njoj u obliku zatvorene ciklonske cirkulacije.

Sinoptička situacija na dan 22. juna 1977. godine prema napred izloženom predstavlja jednu složenu vremensku situa-



Sl. 4. — KARTA RELATIVNE TOPOGRAFIJE 01.00 — 22. 06. 1977.



Sl. 5 — PRIZEMNA KARTA EVROPE — 13.00 22. 06. 1977.

Sinoptička situacija u Evropi:
Zapadna i deo srednje Evrope nalaze se pod uticajem polja visokog atmosferskog pritiska koji je uslovljavao suvo i umereno toplo vreme.

Frontalni poremećaji premeštali su se preko oblasti Islanda i Skandinavije na istok i jugoistok prema Karpatima i zapadnom delu SSSR-a.

Uočeno je da se čitava srednja, jugozapadna i južna Evropa nalaze u polju slabih gradijenata vazdušnog pritiska.

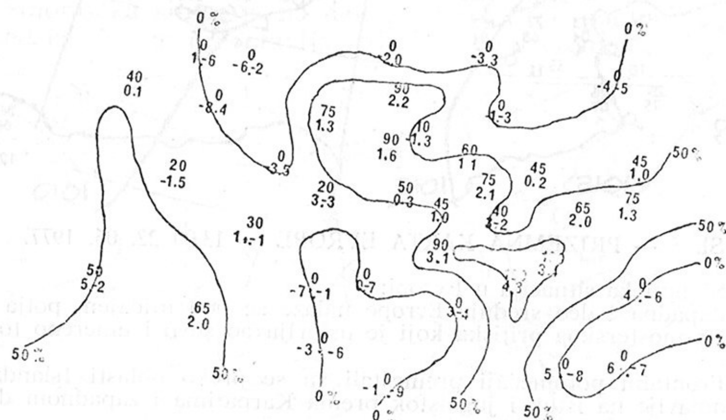
U zoni fronta, koji se nalazio iznad severnog dela Balkanskog poluostrva bilo je vrlo nestabilno sa pojavama pljuskova i grmljavina.

ciju. Preko teritorije Slovenije, Hrvatske i Bosne pružao se front okluzije, koji se tokom dana postepeno premeštao na jug i jugozapad. U isto vreme jedan hladan front sa poreme-

ćajima premeštao se preko zapadne Bosne, Hercegovine i Crne Gore na istok, a drugi preko teritorije Srbije na jug, što znači da se vršio prodor hladnog i vlažnog vazduha iz zapadnog Sredozemlja, kao i prodor iz Panonske nizije.

Tačka okluzije premeštala se pre podne preko severne i centralne Bosne na jugoistok i u 13 časova nalazila se na tromeđi istočne Bosne, severne Crne Gore i zapadne Srbije. U ovom slučaju vreme u oblasti okluzije imalo je sličan razvoj kao kod hladnog fronta, što je česta pojava u toplom periodu godine. Već oko 10 časova, prema radarskim osmatranjima, u široj zoni fronta okluzije, kao i u zoni oba fronta, došlo je do jakog razvoja vertikalne oblačnosti sa pljuskovima i grmljavinama, a kasnije i do pojava frontalnih vremenskih nepogoda sa gradom i olujnim vetrom. Tačka okluzije, odnosno vrh toplog sektora premeštao se po podne na jugoistok preko teritorije jugozapadne Srbije i Kosova. Oko 19 časova tačka okluzije nalazila se iznad centralne Makedonije (Sl. 5).

Maksimalna vertikalna brzina određena je u srednjem sloju oblaka na visini 6.100 metara, gde je razlika temperature



Sl. 6 — KARTA NESTABILNOSTI 13.00 22. 06. 1977.

Karta nestabilnosti pokazuje da je u zoni frontalnog poremećaja i okluzije nestabilno. Verovatnoća pojava iznosila je 50—100 procenata. Iznad teritorije Bosne, uže Srbije, Kosova, severne Crne Gore i Makedonije verovatnoća pojava pljuskova i grmljavina iznosila je 80—100 procenata, što je ukazivalo na jače procese u tački okluzije i frontalnog poremećaja.

oblaka (—14.0°C) i okolne atmosfere (—20,5°C) bila najveća ($\Delta T_m = 6{,}5$°C).

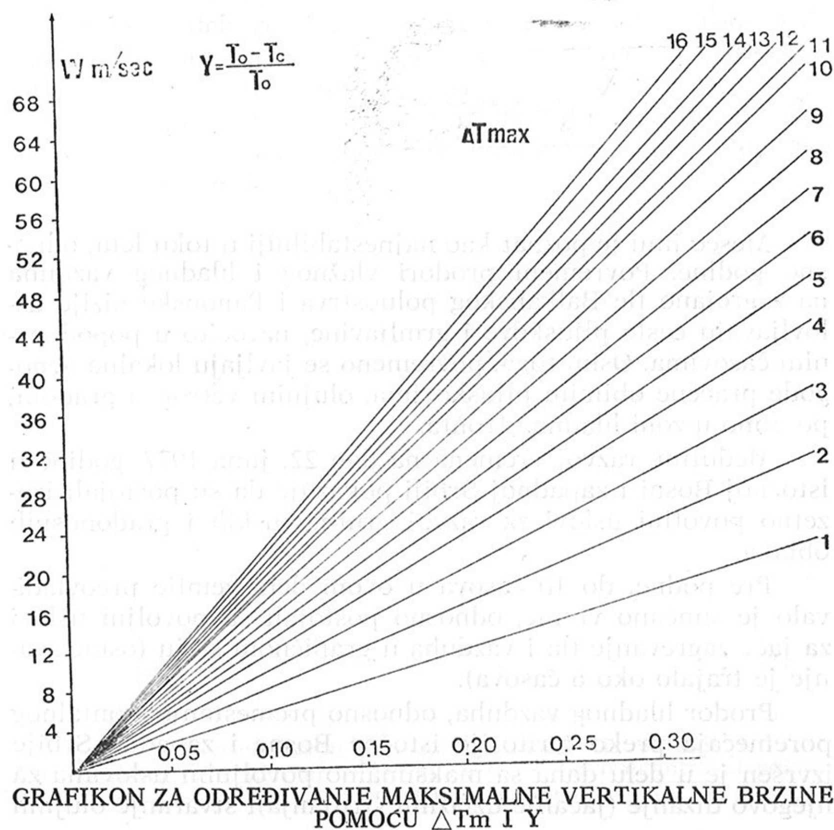
Prema metodu N. I. Gluškove vrednost maksimalne brzine konvektivne struje u oblaku izračunava se iz jednačine

$$W_{max} = \sqrt{2 A C_p \Delta T_m Y (\log p_1 - \log p_2)}$$

U našem slučaju brojne vrednosti parametara jednačine su:

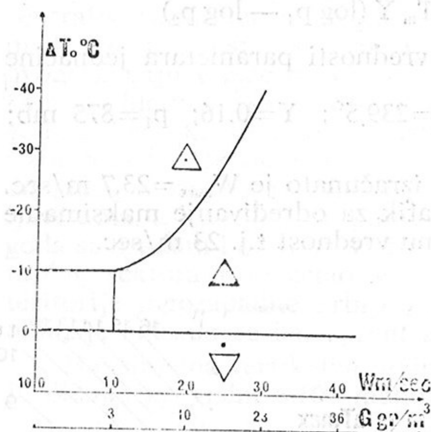
$\Delta T_m = 6{,}5°$; $T_0 = 286{,}5°$; $T_c = 239{,}5°$; $Y = 0.16$; $p_1 = 875$ mb; $p_2 = 470$ mb.

Na osnovu ovih vrednosti izračunato je $W_{max} = 23{,}7$ m/sec. Važno je napomenuti da i grafik za određivanje maksimalne brzine (Sl. 7) daje vrlo približnu vrednost t.j. 23 m/sec.



GRAFIKON ZA ODREĐIVANJE MAKSIMALNE VERTIKALNE BRZINE POMOĆU △Tm I Y

Grafikon (Sl. 8) zavisnosti faznog stanja padavina u oblaku od maksimalne vertikalne brzine (23.7 m/sec) i temperature (—20.5) na nivou maksimalne brzine daje uslove za pojavu krupe i grada.



Mesec juni je poznat kao najnestabilniji u toku leta, odnosno godine. Povremeni prodori vlažnog i hladnog vazduha na zagrejano tle Balkanskog poluostrva i Panonske nizije uslovljavaju česte pljuskove i grmljavine, naročito u popodnevnim časovima. Osim toga, povremeno se javljaju lokalne nepogode praćene obilnim pljuskovima, olujnim vetrom i gradom, posebno u zoni hladnog fronta.

Međutim, razvoj vremena na dan 22. juna 1977. godine u istočnoj Bosni i zapadnoj Srbiji pokazuje da su postojali izuzetno povoljni uslovi za razvoj grmljavinskih i gradonosnih oblaka.

Pre podne, do 10 časova u ovom delu zemlje preovlađivalo je sunčano vreme, odnosno postojali su povoljni uslovi za jače zagrevanje tla i vazduha u graničnom sloju (osunčavanje je trajalo oko 6 časova).

Prodor hladnog vazduha, odnosno premeštanje frontalnog poremećaja preko teritorije istočne Bosne i zapadne Srbije izvršen je u delu dana sa maksimalno povoljnim uslovima za njegovo dizanje (jačanje uzlaznih strujanja)i stvaranje olujnih

oblaka. To pokazuju i radarska osmatranja da su između 12 i 15 časova vrhovi kumulonimbusa dostizali visinu i do 12 km.

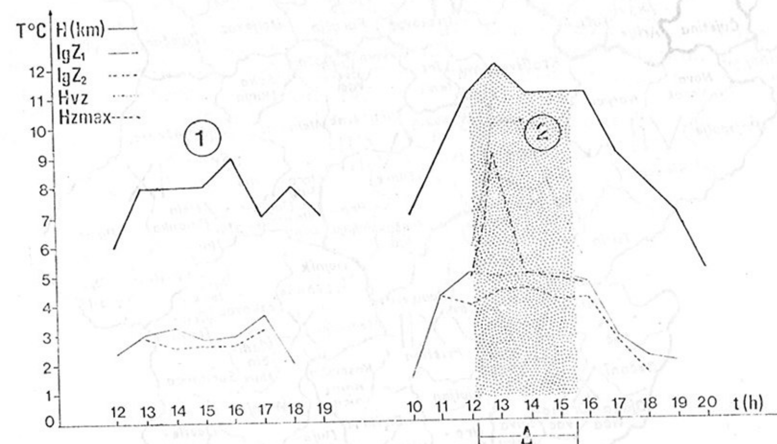
Raspored vlage i temperature u višim slojevima, kao i karta nestabilnosti od 13 časova pokazuju da su u ovom delu dana postojali izuzetni uslovi za stvaranje olujnih, grmljavinskih i gradonosnih oblaka.

Prodor hladnog i vlažnog vazduha (u tački okluzije i vrhu toplog sektora) bio je praćen pojavom jakih vrtložnih kretanja od prizemnih do viših slojeva.

Na premeštanje granične površine (frontalne zone) preko teritorije istočne Bosne i zapadne Srbije imala je uticaj orografija, gde su postojali kraći zastoji, što se vidi prema brzini premeštanja tačke okluzije i radarskog praćenja premeštanja nepogodskih oblaka.

U ovom delu zemlje došlo je do istovremenog prodora vlažnog i hladnog vazduha iz zapadnog Sredozemlja i Panonske nizije na već zagrejano tle.

Usled bržeg premeštanja visinske doline iz oblasti Alpa i severne Italije iznad Balkanskog poluostrva došlo je do jačanja ciklonske cirkulacije.



Grafikon vremenskog premeštanja oblaka iz putanja 1 i 2 u zavisnosti od izmerenih radarskih veličina (šafiran interval pokazuje vreme pojave grada)

KARTA SOCIJALISTIČKE REPUBLIKE SRBIJE

Tamno šrafirana površina-teritorije opština tučene gradom 22. juna 1977.



Radiosondažno merenje Beograda od 13 časova 22. juna 1977. godine pokazuje da su u oblaku postojala jaka uzlazna strujanja i uslovi za pojave grada. U zoni fronta na području istočne Bosne i zapadne Srbije na udaljenosti od 150—200 km od Beograda procesi za obrazovanje grada bili su još burniji.

Usled navedenih jednovremenih povoljnosti došlo je u zoni fronta (granične površine) do jakog razvoja olujnih oblaka sa pojavom nepogoda.

Zato je vremenska situacija sa jednovremenim delovanjem svih povoljnih faktora za razvoj olujnih oblaka ređa pojava nad našim područjem. Prema radarskim osmatranjimau istočnoj Bosni oko 11 časova došlo je do jednovremenog razvoja više olujnih ćelija u kumulonimbusima, odnosno burnog razvoja na relativno malom prostoru. U kretanju ovog oblačnog sistema prema zapadnoj Srbiji došlo je do pojave stvaranja „super" ćelija, što je uslovilo jake nepogode sa gradom na teritoriji opština (Vidi kartu SRS).

LITERATURA

1. Kričak G. O.: Sinoptičeskaja meteorolgija, Leningrad, 1956.
2. Dr M. Čadež: Meteorologija, Beograda, 1975.

S. Petersen: Analiz i prognoz pogodi, Lenjingrad, 1957., 1968.

4. Dr Đ. Radinović: Analiza vremena, Beograd 1968.
5. N. I. Gluškova Prognoza grada, Kr. PV, II, 1965.
6. S. B. Gašina, B. Š. Divinska, E. M. Saljman: Metodika korišćenja i rezultati provere brojnog kriterijuma nepogodskih oblaka., 1968.
7. Slavko Maksimović: Korišćenje radarskih osmatranja u analizi i prognozi vremena, Beograd, 1973.

Uputstvo za izvođenje osmatranja i korišćenja podataka sa radara MRL-1, Leningrad, 1974.

OLUJNI I ORKANSKI VETROVI

UZROCI NASTANKA JAKIH VETROVA NA PODRUČJU SFRJ

Jaki vetrovi javljaju se u oblastima niskog vazdušnog pritiska, odnosno u oblastima ciklona i depresijama. Brzina vetra se naročito povećava kada u centralnom delu ciklona dođe do jačeg pada vazdušnog pritiska, a na periferiji se znatno ne menja.

Pri prodoru vlažnog atlantskog vazduha preko zapadne i Srednje Evrope na jugoistok, usled efekta zastoja na Alpima, u Đenovskom zalivu često dolazi do razvoja ciklona koji utiče na vazdušna strujanja u našoj zemlji. Ako se u isto vreme u oblasti Karpata i Ukrajine zadržava polje visokog vazdušnog pritiska (anticiklon) onda iznad našeg područja jača barski gradijent, a to znači da se povećava brzina i udarnost vetra.

Ciklon iz Đenovskog zaliva obično se premešta preko Panonske nizije na severoistok, zatim dolinom Save na istok ili duž Jadrana na jugoistok, mada postoje i druge kombinacije. Usled približavanja centra ciklona i jačanja barskog gradijenta u našoj zemlji vetar postaje sve jači, a pojedini udari vetra na Jadranu i u brdovitim predelima kao i u Podunavlju i Pomoravlju dostižu olujne i orkanske brzine. U vezi kretanja ciklona premeštaju se i hladni frontovi u čijoj zoni takođe duvaju jaki vetrovi.

Posle prolaska centra ciklona i frontova preko naše zemlje, južna vazdušna strujanja slabe. Na Jadranu počinje bura sa jakim udarima u Kvarnerskom zalivu i Podvelebitskom kanalu, a u kontinentalnom dehu počinje da duva severozapadni vetar ili severac. Ovaj vetar je naročito jak, odnosno dobija ubrzanje u dolini Morave, Timoka, Nišave i Vardara.

Jaki vetrovi sa olujnom ili orkanskom brzinom, koje uslovljava prolazak ciklona javljaju se uglavnom u zimskom periodu godine (oktobar—april). U letnjem periodu olujni vetrovi vezani su za nastanak vremenskih nepogoda. Ove nepogode nastaju u jednoj nestabilnoj vazdušnoj masi ili u zoni hladnog fronta. Nosioci nepogode su oblaci jakog vertikalnog razvoja — stručno nazvani kumulonimbusi (Cb). Ovi oblaci, prema radarskim osmatranjima dostižu visinu 8 do 15 km i u njima postoje jaka vertikalna strujanja brzine 20 do 30 ili više metara u sekundi. Ova vrtložna strujanja imaju rušilačku moć i nanose veliku materijalnu štetu elektroprivredi, građevinarstvu, poljoprivredi. Statistika pokazuje da je u letnjem periodu godine najveća čestina pojave nepogoda sa jakim vetrom u brdovito-planinskim predelima Bosne, Severne Crne Gore, Zapadne Srbije kao i u oblasti Alpa.

PRIMERI JAKOG VETRA NA TERITORIJI SFRJ

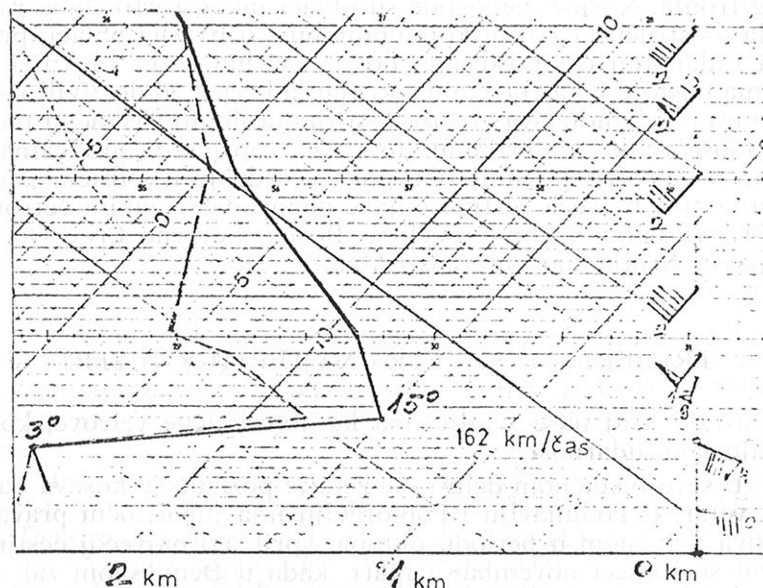
Svaki kraj naše zemlje ima karakteristične vetrove, koji imaju jaku udarnost.

U severoistočnom delu naše zemlje poznata je košava kao jak vetar. U Podunavlju i Pomoravlju ima jugoistočni pravac i duva uglavnom u periodu oktobar-april. Po najvećoj čestini njeni su meseci novembar i mart, kada u Đenovskom zalivu često dolazi do razvoja ciklona. Najjači udari košave zabeleženi su u Južnom Banatu između Velikog Gradišta, Vršca i Beograda. Srednja brzina košave u proseku iznosi oko 10 metara u sekundi ili 36 km na čas. Pojedini udari dostižu i trideset ili više metara u sekundi.

Na primer, pojedini udari košave u januaru 1972. godine u Beogradu su dostizali 38 metara u sekundi ili 137 km na čas. Približne brzine zabeležene su u martu 1957. i 1958. godine.

Radiosondažna merenja u Beogradu pokazuju da najveće brzine košava ima u sloju 200 do 300 metara iznad zemljine površine. Zato se ovaj sloj pri jakoj košavi može nazvati „Prizemna mlazna struja".

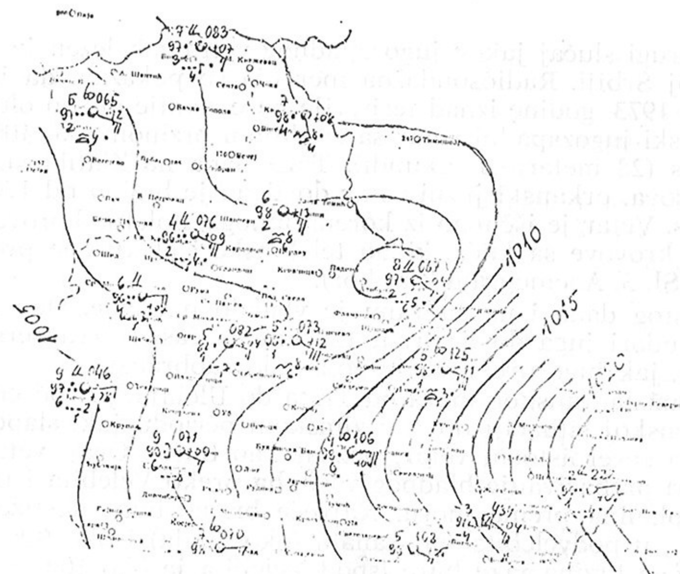
Da košava u Beogradu može do dostigne orkansku brzinu pokazuje sledeći primer. U noći između 16 i 17 oktobra 1976 godine došlo je do prodora hladnog vazduha iz oblasti Karpata i Vlaške nizije, kao i jačanja barskog gradijenta. Udari košave bili su sve jači i oko 6 časova i 30 minuta jedan udar dostigao je brzinu 36 metara u sekundi ili 130 km na čas, a to je pravi orkan. Toga jutra, udari košave u Vršcu bili su jači za 2 do 3 metara u sekundi. Radiosondaža Beograda od 01 čas. 17. oktobra 1976. godine, pokazuje da brzina košave na visini 650 m dostiže 162 km na čas. (Sl. 1. i 2.).



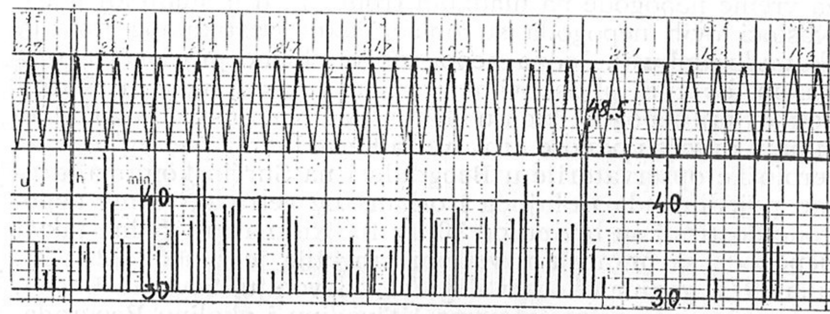
Sl. 1 — RADIOSONDAŽNO MERENJE U BEOGRADU OD 01.00 17. OKTOBAR 1976. GOD.
Na visini 407 metara od tla/Zeleno brdo brzina košave dostizala je 162 km/čas.
U 6^{30} časova anemograf u Beogradu (Meteorološka opservatorija) registrovao je udar košave od 36 m /sek ili 130 km/čas.

Kada u zapadnom Sredozemlju dođe do dubljeg razvoja ciklona onda iznad Balkanskog poluostrva jača jugozapadno ili južno visinsko strujanje. Tada se preko centralnog Sredozemlja širi topao vazduh, poreklom iz Severne Afrike. Duž Jadrana jugo donosi naoblačenje i kišu, a usled približavanja centra ciklona sa frontom udari vetra postaju sve jači. U isto vreme, sa druge strane dinarskih planina jugo ima fenski efekat. U istočnoj Bosni. Zapadnoj Srbiji, delu Vojvodine i Slavonije uslovljava pretežno suvo vreme i osetan porast temperature. Na Jadranu udari juga dostižu najveće brzine u toku zime i proleća.

Jedna retka pojava jakog jugozapadnog vetra zabeležena je 17. februara 1955. godine na Bjelašnici, toga dana južni-orkanski vetar dostigao je brzinu 200 km na čas. Vetar je nosio sve predd sobom. Iščupao je spoljna vrata meteorološke stanice koja se nalazi na visini 2000 metara.



Sl. 2 — Sinoptička situacija na dan 17. 10. 1976. u 07 čas.
Jaki udari košave u Podunavlju i Pomoravlju:
Vršac 36 m/s, Beograd 35 m/s, V. Gradište 32 m/s, N. Sad 20 m/s.



Sl. 3 — Anemogram Zlatibora, 10. aprila 1973. godine.
Udar jugozapadnog vetra u 17 čas. i 4 min. dostigao brzinu 48,5 m/sec (175 km/čas.)

Drugi slučaj jakog jugozapadnog vetra zabeležen je u zapadnoj Srbiji. Radiosondažna merenja su pokazala da je 10. aprila 1973. godine iznad teritorije naše zemlje duvao olujni i orkanski jugozapadni vetar sa srednjom brzinom oko 100 km na čas (28 metara u sekundi). Toga dana na Zlatiboru, oko 17 časova, orkanski južni vetar dostigao je brzinu od 170 km na čas. Vetar je iščupao iz korena mnoge stoletne borove, odnosio krovove sa kuća, kidao telefonske i električne provodnike (Sl. 3. Anemogram Zlatibor).

Istog dana i na Jadranu je vladalo nevreme. Oko Šibenika, udari juga dostizali su 120 km na čas. U kvarnerskom zalivu, jak jugo prekinuo je pomorski saobraćaj.

Duž Jadranskog mora od Trsta do Ulcinja, pri određenoj vremenskoj situaciji duva u zimskom periodu jak, slapovit i hladan severoistočni vetar, poznat kao bura. Ovaj vetar je ustvari prebacivanje hladnog vazduha preko Velebita i Dinarskih planina prema moru. Najveće brzine bura dostiže oko Rijeke, u podvelebitskom kanalu (oko Senja) i oko Šibenika. Prosečna brzina jake bure ispod Velebita je oko 100, a pojedini udari dostižu 200 km na čas. Prema međunarodnoj tablici to suo rkanske brzine.

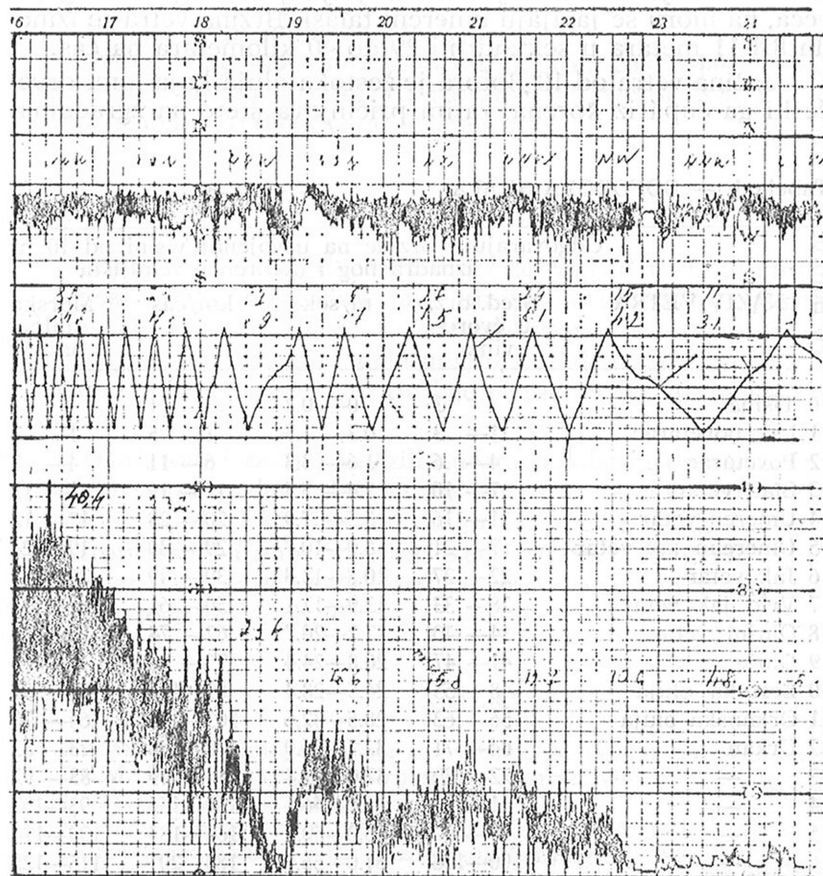
U toku leta burna na Jadranu je znatno slabija i počinje da duva posle prodora hladnog vazduha sa severozapada.

U istočnom delu zemlje, a posebno u dolini Morave, Timoka i Nišave jake udare ima severozapadni vetar. Najjače udare ovaj vetar dostiže oko Negotina i Dimitrovgrada gde je dosta kanalisan.

U letnjoj polovini godine jaki olujni vetrovi javljaju se za vreme nepogode na hladnom frontu ili u nestabilnoj masi. Nosioci ovih nepogoda su oblaci jakog vertikalnog razvoja (kumulonimbusi). Jedna nepogoda je obično praćena grmljavinom, obilnim pljuskovima, gradom i jakim vetrom. Olujni vetrovi pri nepogodi kidaju električne i telefonske provodnike, čupaju drveće i odnose krovove sa kuća. Prema merenjima meteorološke opservatorije u Beogradu i na Surčinskom aerodromu pojedini udari olujnog i orkanskog vetra za vreme nepogode dostizali su brzinu od 70 do 160 km na čas. Jedna takva nepogoda sa orkanskim vetrom zahvatila je između 22. i 23. jula 1973. godine okolinu Zagreba, Slavoniju, Severnu Bosnu, a u ranim jutarnjim časovima Vojvodinu i okolinu Beograda. Za 15 minuta, koliko je nepogoda trajala u Beogradu nanela je materijalne štete. Osim orkanskog vetra sa pojedinim udarima 90 do 160 km na čas padao je grad. Slična nepogoda

dogodila se 22. maja 1974. godine. Orkanski vetar sa pljuskovima i grmljavinom zahvatio je krajem dana Vojvodinu, Slavoniju i severne delove uže Srbije. Orkanski vetar sa pojedinim udarima 100 do 160 km na čas naneo je materijalne štete u Beogradu, Loznici, Valjevu i drugim mestima.

Još jedan slučaj lokalne nepogode zabeležen je u Nišu na dan 26. avgusta 1958. godine. Oko 16 časova orkanski vetar dostigao je brzinu oko 40 metara u sekundi i to je jedan od najjačih udara u jugoistočnoj Srbiji. (Sl. 4).



Sl. 4 — Niš 26. avgusta 1958. godine — Udar vetra u 16,22 dostigao je brzinu 40,4 m/sek

BOFOROVA SKALA

Vetar je horizontalno kretanje vazduha, a brzina vetra zavisi uglavnom od razlike pritiska između dve tačke ili oblasti.

Početkom prošlog veka, 1806. godine, engleski admiral Bofor izradio je tablicu jačine vetra na osnovu dejstva vetra na more i razne predmete na zemlji. Ova skala imala je 12 stepeni, a danas ima 17 stepeni jačine vetra, od tišine do uragana.

Prema ovoj skali O označava tišinu. Na primer, 5 Bofora je umereno jak vetar koji izaziva ljuljanje malog lisnatog drveća, na moru se javljaju umereni talasi. Brzina vetra je između 8 i 11 metara u sekundi ili 29 do 40 kilometara na čas.

Jačina vetra od 10 Bofora je žestoka oluja koja lomi drveće ili ga čupa iz korena, zatim pričinjava štete na zgradama.

Tabela 1. — BOFOROVA SKALA

Po Boforu	NAZIV VETRA	Odgovarajuće brzine na usvojenoj visini od 10 m iznadravnog i otvorenog zemljišta: Sred. brz. u čvorovima	m/sek	km/čas	Morska milja na čas
0	Tišina	3	0— 0.2	1	1
1	Lak povetarac	1— 3	0.3— 1.5	1— 5	1— 3
2	Povetarac	4— 6	1.6— 3.3	6— 11	4— 7
3	Slab vetar	7— 10	3.4— 5.4	12— 19	8— 12
4	Umeren vetar	11— 16	5.5— 7.9	20— 28	12— 18
5	Umereno jak vetar	17— 21	8.0—10.7	29— 30	19— 24
6	Jak vetar	22— 27	10.8—13.8	39— 49	25— 31
7	Vrlo jak vetar	28— 33	13.9—17.1	50— 61	32— 38
8	Olujni vetar	34— 40	17.2—20.7	62— 74	39— 46
9	Oluja	41— 47	20.8—24.4	75— 88	47— 55
10	Žestoka oluja	48— 55	24.5—28.4	89—102	55— 63
11	Orkanska oluja	56— 63	28.5—32.6	103—177	64— 72
12	Orkan	64— 71	32.7—36.9	118—133	73— 83
13	—	72— 80	37.0—41.4	134—149	83— 92
14	—	81— 89	41.5—46.1	150—166	93—103
15	—	90— 99	46.2—50.9	167—183	104—114
16	—	100—108	51.0—56.0	184—201	115—125
17	—	109—118	56.1—61.2	202—220	126—136

Jaka oluja ima brzinu 25 do 28 metara u sekundi ili 90 do 102 kilometara na čas. Košava u južnom Banatu, kao i bura na severnom Jadranu imaju u zimskom periodu povremeno udare žestoke oluje.

Pri 12 Bofora vetar je orkanske jećaine. Ima uništavajuće dejstvo na moru i na kopnu. Brzina vetra je 33 do 37 metara u sekundi, odnosno 118 do 133 kilometara na čas.

Jačina od 17 Bofora je uragan. Brzina vetra iznosi 56 do 61 metar u sekundi ili 202 do 220 kilometara na čas. Ovakve brzine vetra zabeležene su kod nas na Bjelašnici iznad Sarajeva.

Brzina vetra u meteorološkoj praksi često se izražava u čvorovima, odnosno u morskim miljama na čas, a jedna milja iznosi 1852 metra. To znači da brzina od jednog metra u sekundi iznosi oko dva čvora. (Tabela 1.).

ZAKLJUČAK

Na osnovu ovog izlaganja može se zaključiti da u letnjem i zimskom periodu godine jaki, olujni i orkanski udari vetra nanose štetu poljoprivredi, građevinarstvu, elektroprivredi, saobraćaju, kao i drugim delatnostima. Usled toga se olujni i orkanski udari vetra smatraju kao elementarna vremenska nepogoda.

Ovaj, kao i radovi drugih autora pokazuju da treba izraditi kartu raspodel jakih udara vetrova na teritoriji SFRJ, koja će služiti kao predlog za proračune u građevinarstvu, elektroprivredi i nauci. Zatim, treba preporučiti jedan metod za prognozu udara vetra, koji će imati primenu u operativi hidrometeorološke službe.

LITERATURA

1. Kričak G. O.: Sinoptičeskaja meteorologija, Lenjingrad, 1956.
2. Dr M. Milosavljević; Meteorologija, Beograd 1967.
3. Dr M. Čadež, Meteorologija, Beograd 1975.
4. V. Bëer: Tehniceskaja meteorologija Lenjingrad, 1966.
5. S. Petersen: Analiza i prognoz pagoi, Lenjingrad, 1961.
6. A. S. Zverev: Sinpoti eskaja meteorologija, Lenjingrad 1957. i 1968.
7. S. Plazinić, N. Miljković: Određivanje maksimalne brzine vetra, VII savetovanje klimatologa Jugoslavije, Budva 1969.

POPLAVA U SLIVU REKE VLASINE 26. 6. 1988.

UVOD

Dana 26. juna 1988. godine iznad gornjeg dela sliva reke Vlasine došlo je do jakog razvoja konvektivne oblačnosti, koja je dala veoma intenzivne kiše praćene intenzivnim električnim pražnjenjima i gradom. Izuzetno obilna kiša, lepezasti oblik sliva, planinski karakter gornjih delova sliva sa velikim padovima terena i rečnih korita, relativno dobro razvijena rečna mreža, uslovili su brzo koncentrisanje vodnih masa i formiranja poplavnih talasa kakvi do sada nisu zabeleženi na Vlasini i njenoj pritoci Lužnici, niti su ostali u sećanju žitelja ovog kraja. Prema kazivanju očevidaca poplave, tečenje u koritu Lužnice i Vlasine, pre njihovog sastava, bilo je izuzetno nestacionarno sa čestim stvaranjem prepreka od iščupanog drveća i ostalog materijala, njihovog rušenja i naglih narastanja nivoa nizvodno. Ove prepreke stvarale su se na pojedinim profilima prirodnog toka, a posebno u profilima mostova. Pri tome je došlo i do rušenja mostova na r. Vlasini i r. Tegošnici, neposredno pre njihovog sastava, zatim na reci Lužnici i Vlasini, takođe neposredno pre njihovog sastava. Porušeni su i drugi mostovi na lokalnim putevima. Stihija je rušila kuće, pomoćne zgrade i druge objekte, odnosila krupnu i sitnu stoku, a uzela je i četiri ljudska života.

Posebno teške posledice ostavila je poplava u Vlasotincu gde su uništena ogromna materijalna dobra: privredni, komunalni i stambeni objekti i lična imovina građana. Ova očigledna retka prirodna pojava, zaslužuje da bude analizirana sa različitih aspekata, a naročito sa gledišta mogućnosti najave ovakvih nepogoda. Osnovni ciljevi ovog rada su da se na jednom mestu prikažu svi podaci relevantni za opis poplave, da se izvrši njihova obrada i analiza i da se izvedu zaključci o povratnom periodu poplave. Osim toga, ovaj elaborat bi trebalo da posluži kao osnova za druge analize, a naročito za analize mogućnosti najave sličnih nepogoda na manjim slivovima.

SINOPTIČKA ANALIZA

Na dan 26. juna 1988. godine Balkansko i Apeninsko poluostrvo nalazilo se pod uticajem ciklonske aktivnosti sa centrom ciklona oko 1007 hPa(mb) u oblasti srednje Italije i srednjeg Jadrana. Prizemna karta Evrope od 12 GMT pokazuje da je u srednjoj i južnoj Evropi bilo nestabilno vreme sa pojavom lokalnih pljuskova i grmljavina i da su duvali slabi vetrovi promenljivog pravca. Osim toga, južni krajevi naše zemlje bili su pod uticajem slabo izražene frontalne zone, koja se u popodnevnim časovima aktivirala. (Sl. 1).

Za isti dan na kartama AT 850 do AT 300 hPa (1500 do 9000 metara) jasno se vidi da je srednja Evropa, Apeninsko i Balkansko poluostrvo podu ticajem visinskog ciklona, odnosno ciklonske cirkulacije koja u ovo doba godine uslovljava vrlo nestabilno vreme sa čestim pljuskovima i grmljavinom. Iznad Balkanskog poluostrva duvali su jugozapadni vetrovi, na nivou AT 700 hPa (oko 3000 metara) sa srednjom brzinom 15 do 25 čvorova, odnosno 27 do 45 km na čas. (Sl. 2)

Analiza visinskog strujanja iznad Balkanskog poluostrva pokazuje da su na dan 26. juna 1988. godinn oblačni sistemi premeštali sa jugozapada na severoistok što se slaže sa premeštanjem najjačih radarskih odraza na priloženim planšetama sa RC Kukavica (Sl. 3.)

RADIOSONDAŽA BEOGRADA

Radiosondažna merenja u Beogradu od 26. juna 1988. godine u 00 GMT su pokazala da je visina tropopauze 11.143 metara, da u troposferi postoji dovoljno vlage od 50% do 100%, odnosno da postoje vrlo povoljni uslovi za kondenzaciju, u višim slojevima za sublimaciju.

U sloju od AT 700 do 150 hPa duvali su jugozapadni vetrovi, pravca 239° do 269°. Do 31000 metara brzina vetra bila je 0,7 do 7,3 metra u sekundi, zatim se povećavala i najveća brzina 24,3 metra u sekundi izmerena je na visini 10.270 metara (tabela 1 — deo radiosondaže, značajni i standardni nivoi).

Priložene prizemne i visinske karte Evrope i radiosondaža Beograda, kao i radarske planšete sa RC Kukavica ukazuju da je 26. juna 1988. godine troposfera iznad naše zemlje bila

Time min	s	Hght gpm	Press hPa	Temp C	Hum %	Td C			
0	0	203	990.1	17.8	65	11.2	T	U	
0	30	339	974.4	16.4	48	7.2	T		
3	20	1253	873.5	10.3	70	5.1	T		
9	0	3096	698.1	-0.1	100	-0.1		U	
12	50	4409	591.3	-7.2	94	-8.0	T		
15	0	5092	541.2	-12.6	98	-12.9		U	
15	10	5146	537.3	-13.0	84	-15.1	T		
15	40	5303	526.4	-14.0	75	-17.5		U	
17	30	5910	485.8	-16.7	90	-18.0	T		
18	20	6188	468.1	-18.7	96	-19.2		U	
31	0	10482	253.5	-53.2	53	-58.5	T		
33	0	11143	227.4	-57.9	46	-64.0	T		TR
35	50	12102	195.7	-51.0	25	-62.5	T		
36	20	12248	191.4	-50.7	22	-63.2		U	
42	50	14294	139.9	-50.1	15	-65.6	T		
47	30	15809	110.6	-54.5	13	-70.4	T		
56	20	18828	68.9	-56.8	12	-72.9	T		
68	0	23046	35.7	-53.3	10	-71.2	T	U	

Time min	s	Hght gpm	dd deg	ff m/s		
0	0	203	20	1.0	F	D
2	10	891	173	0.7		D
4	20	1579	186	3.6		D
9	0	3096	251	7.3		D
30	30	10270	267	24.3	F	D
40	40	13606	239	9.7	F	D
48	30	16122	227	6.3		D
52	50	17600	145	1.7		D
55	0	18341	97	3.0		D
58	20	19523	133	2.2		D
60	30	20340	24	3.3	F	D
63	0	21230	102	5.0		0
68	0	23046	90	5.9	F	D

Press hPa	Hght gpm	Temp C	Hum %	Td C	dd deg	ff m/s
1000.0	112	/////	///	//////	////	//////
850.0	1489	8.8	73	4.2	183	3.3
700.0	3074	0.0	100	0.0	251	7.3
500.0	5692	-15.5	89	-16.9	243	12.5
400.0	7341	-27.0	80	-29.4	263	15.6
300.0	9343	-43.7	60	-48.4	262	20.4
250.0	10541	-53.9	52	-59.3	269	23.6
200.0	11961	-52.1	29	-62.3	260	15.7
150.0	13838	-50.3	17	-64.8	239	9.5
100.0	16457	-54.2	14	-69.6	217	4.4
70.0	18731	-56.6	12	-72.7	113	4.3
50.0	20877	-54.3	12	-70.8	87	4.8
30.0	24160	-59.8	///	//////	/90	///19

Radiosontaža Beograda od 26. 6. 1988.

vrlo nestabilna sa izraženom ciklonskom cirkulacijom u višim slojevima, da je bilo energije nestabilnosti i dovoljno vlage što je uslovilo na teritoriji Srbije jake razvoje Cb (kumulonimbusa) i Ns (nimbostratusa). Vrhovi Cb su prelazili visinu tropopauze (11.143 metra) i prema osmatranjima radara-Košutnjak dostizali visinu 12—14 km.

Poznato je da se pri ovakvim sinoptičkim situacijama u toku leta, a posebno u mesecu junu, javljaju lokalne atmosferske nepogode sa jakim pljuskovima i grmljavinama, gradom i olujnim vetrom. Osim toga, jaki lokalni pljuskovi na malim slivovima mogu usloviti bujične poplave (primer poplavnog talasa na Lepenici u Kragujevcu 26. 08. 1975. ili bujične poplave u Beogradu od 26. do 31. 08. 1985.).

ANALIZA PADAVINA

Na osnovu podataka, odnosno merenja na padavinskim, OMS i GMS stanicama u jugoistočnoj Srbiji na dan 26. juna 1988. godine najviše kiše i pljuskova izmereno je u gornjem i srednjem slivu Vlasine, odnosno na slivu desnih pritoka (Tegošnici i Lužnici) gde je za kratko vreme između 14 i 17 časova palo 100 do 200, u Rakovom dolu i 220 litara po kvadratnom metru.

Da bi se dobila prava slika uporedićemo ove dnevne količine kiše u jugoistočnoj Srbiji sa apsolutnim dnevnim maksimumom padavina na GMS:

Niš	2. 05. 1925.	izmereno	88 mm
Dimitrovgrad	29. 06. 1926.	izmereno	98 mm
Leskovac	26. 06. 1954.	izmereno	92 mm
Negotin	10. 10. 1955.	izmereno	211 mm

Postoji velika verovatnoća da je količina padavina od 220 mm izmerena u Rakovom dolu apsolutni dnevni maksimum padavina ne samo u slivu Vlasine nego i na teritoriji cele Srbije.

Prema podacima merenja na kišomernim stanicama na slivu Vlasine i u široj okolini izrađena je karta izohijeta dnevnih padavina za dan 26. meseca juna 1988. (prilog br. 4). Iz karte se vidi da se zona najjačih kiša poklapa sa pravcem najintenzivnijih radarskih odraza opaženih as RC PGZ Kukavica, pomoću meteorološkog radara firme „Micubiši". Treba

naglasiti da je padavina u slivu bilo u različitim periodima dana 26. 06. 1988. godine ali slabijeg intenziteta, a da su najintenzivnije kiše pale u vremenu od 14.00 do 17.00, i da je u tom intervalu pala skoro celokupna dnevna suma za taj dan.

Pravac kretanja kumulonimbusa bio je sever-severoistok, odnosno od Crne Trave prema Pirotu.

Prema kazivanju meštana u Tegošnici, prvo je r. Vlasina dostigla maksimalni vodostaj, a zatim posle zakašnjenje od oko 20—30 minuta pojavio se vrh talasa na r. Tegošnici. Slična situacija bila je i u Svođu, na sastavu Lužnice i Vlasine gde je vrh talasa na Vlasini prethodio vrhu na r. Lužnici za oko pola časa. Prema oceni većeg broja očevidaca, veći proticaj dala je Tegošnica nego Vlasina (u zoni njihovog sastava), a takođe i Lužnica u odnosu na Vlasinu, u zoni njihovog sastava. Ovo se dobro slaže i sa kartom izohijeta. I na Lužnici i na Vlasini, do njihovog sastava, vodostaji su rasli skokovito, tj. posle dostizanja određenog nivoa i kraćeg perioda stagnacije, dolazilo je do sledećeg naglog porasta. Ovo ukazuje kako na promene intenziteta tokom trajanja pljuska, tako i na stvaranje barijera u rečnom toku i njihovog rušenja.

Vrh talasa na r. Vlasini u Svođu pojavio se oko 19.00, na Lužnici u Svođu između 19.30 i 20.00, a u Vlasotincu između 20.00 i 20.30 časova.

PRORAČUN MAKSIMALNIH PROTICAJA POPLAVNIH TALASA

Određivanje proticaja velikih voda r. Vlasine i r. Lužnice, koje su zabeležen 26. 06. 1988. godine izvršeno je na osnovu tragova velikih voda, i određivanjem hidrauličkih i morfoloških karakteristika izabranih deonica rečnog toka. Do potrebnih podataka došlo se sledećim merenjima na terenu:

— snimanjem podužnog pada vodnog ogledala na odabranoj deonici vodotoka, prema tragovima velike vode;
— snimanje poprečnog preseka vodotoka i inundacije prema tragovima velike vode;
— hidrometrijska merenja za proračun hidraulične rapavosti.

Računske deonice tražene su u blizini hidroloških stanica, na kojima RHM Zavod ima organizovanu službu merenja proticaja i osmatranje vodostaja, da bi se dobijene vrednosti proticaja velikih voda mogle uporediti sa proticajima koji se nalaze u arhivi Zavoda.

Stanje posle poplava na hidrološkim stanicama RHM Zavoda je sledeće:

Profil HS Vlasotince na reci Vlasini nalazi se u gradu, a vodomerna letva i limnigraf bili su postavljeni na desnoj obali. Poplavni talas odneo je limnigraf, a maksimalni nivo je bio iznad letve, tako da je vodostaj H=536 cm, koji je registrovan 26. 06. 1988. određen snimanjem, preko tragova vode na okolnim kućama.

Na HS Svođe, reka Vlasina, vodomerna letva se nalazi na jednom priobalnom stubu mosta, koji je srušen pri ovom povodnju. Talas velike vode je nadvisio vodomernu letvu, pa je vodostaj od H=736 cm, određen snimanjem tragova na okolnim kućama.

U profilu HS Svođe r. Lužnica, korito reke je zatrpano oborenim i nanetim drvećem, koje je zaštitilo kućicu limnigrafa, i vodomernu letvu od odnošenja.

Obilaskom terena u okolini hidroloških stanica, izvršen je izbor deonica za određivanje velikih voda. Pri ovom izboru vodilo se računa da na deonicama postoje jasni tragovi velikih voda, da je korito reke približno pravolinijsko ili sa blagim krivinama, i da deonica nije pod uticajem uspora. Za ovako postavljene kriterijume izabrane su sledeće tri deonice.

Deonica I — r. Vlasina kod sela Boljare, nalazi se uzvodno od HS Vlasotince oko 3 km. Dužina deonice iznosi L=520 m. Za određivanje pada vodnog ogledala korišćeni su tragovi na zemljištu i na kućama.

Hidrometrijski profil, za koji je određena površina profila pri velikim vodama, i na kome je vršeno merenje pada vodnog ogledala, pri vodostaju H=128 cm radi računskog određivanja hidrauličke rapavosti n, nalazi se na uzvodnom kraju deonice. U prilogu (5) dat je prikaz hidrometrijskog profila Boljari, r. Vlasina.

Deonica II — Vlasina kod sela Svođa, nalazi se uzvodno od HS Svođe oko 500 m. Dužina deonice iznosi L=440 m. Hidrometrijski profil, za koji je određena površina profila pri velikim vodama nalazi se na udaljenju 434 m od uzvodnog kraja deonice (prilog 6). Tragovi velikih voda nalaze se na kućama i okolnom zemljištu.

Deonica III, Lužnica kod sela Svođe, nalazi se uzvodno od HS Svođe, oko 1500 m. Dužina deonice iznosi L=997 m. Hidrometrijski profil nalazi se na udaljenosti od 217 m od uzvodnog kraja deonice, (prilog 7). Tragovi velikih voda nalaze se na fasadama kuća.

Proračun proticaja velikih voda

Za određivanje proticaja vilikih voda iskorišćena je Šezijeva jednačina,

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot A \cdot \sqrt{J} \qquad (1)$$

gde je:

n — hidraulička rapavost $[m^{-1/3}.S]$
A — površina poprečnog preseka $[m^2]$
J — pad vodnog ogledala
R — hidraulički radijus [m]

Za deonicu I, hidraulička rapavost je određena na osnovu hidrometrijskog merenja izvršenog 27. 06. 1988. pri vodostaju H=128 cm, proticaju $Q=76\ m^3/S$, padu vodenog ogleda $J=0{,}0036$, površine $A=39{,}6\ m^2$ i $R=1{,}55$ m.

Primenom jednačine (1) dobija se $n=0{,}042\ m^3/S$. Pretpostavljajući da će pri većim proticajima, odnosno višim kotama nivoa vodnog ogledala biti ostvarena veća hidraulička rapavost usvojeno je

$n=0{,}05\ m^{-1/3}\ S$

Za deonicu I, predpostavljeno je da su hidrauličke i morfološke karakteristike na poprečnom profilu homogene.

Za deonice II i III, hidraulička rapavost je procenjena na osnovu tipa rečnog korita prema literaturi (Ven te Chow: OPEN-CHANEL HYDRAULICS).

Na ovim deonicama računski profili podeljeni su na delove u kojima su hidrauličke i morfološke veličine homogene, vidi prilog 6 i prilog 7.

Padovi velikih voda dat je tabelarno u tabelama 2, 3 i 4.

Tabela 2.

Deonica I Reka: Vlastina Profil: Boljari	Površina proticajnog profila F $[m^2]$	Hidraulički radijus R [m]	Hidraulička rapavost n $[m^{-1/3} \cdot S]$	Pad vodnog ogledala J	Proticaj Q $[m^3/S]$
1	2	3	4	5	6
Glavno korito	338	4,33	0,05	0,00187	780,0

Tabela 3.

Deonica II Reka: Vlasina Profili: Svođe	Površina proticajnog profila F $[m^2]$	Hidraulički radijus R [m]	Hidraulička rapavost n $[m^{-1/3} \cdot S]$	Pad vodenog ogledala	PROTICAJ Q $[m^3/S]$ Pojedinačni	Ukupni
1	2	3	4	5	6	7
Glavno korito	179	4,26	0,07	0,00228	320,0	
Leva inundacija	20	1,67	0,12	0,00228	11,0	
Desna inundacija	104	2,11	0,10	0,00228	82,0	413

Tabela 4.

Deonica II Reka: Lužnica	Površina proticajnog profila F $[m^2]$	Hidraulički radijus R [m]	Hidraulička rapavost n $[m^{-1/3} \cdot S]$	Pad vodenog ogledala J	PROTICAJ Q $[^3/S]$ Pojedinačni	Ukupni
Glavno korito	135	4,22	0,08	0,00838	403,0	
Leva inundacija	17,0	2,15	0,15	0,00838	17,0	
Desna inundacija	100	1,18	0,15	0,00838	68,0	488

Sabiranjem maksimalnih proticaja na Lužnici i Vlasini u Svođu, dobija se: $488+413=901\ m^3/s$ dok je sračunati maksimalni proticaj r. Vlasine u profilu Boljare, $780\ m^3/s$. Razlika ovih dveju vrednosti posledica je vremenskog nepoklapanja vrhova talasa Lužnice i Vlasine, a delimično i efekata transformacije talasa od Svođa do Boljara.

Kao jedan vid kontrole proračuna u pr. 14 data je kriva proticaja za HS Vlasotince, na kojoj je naneta tačka dobijena merenjem i proračunom u profilu Boljare. Odavde se može zaključiti da je proračunati proticaj prihvatljiv, a time se na izvestan način potvrđuju i druga dva sračunata maksimalna proticaja. Slična kontrola na druge dve stanice nije bila svrsishodna, jer su iste bile pod usporom.

POVRATNI PERIOD MAX. PROTICAJA POPLAVNOG TALASA OD 26. 06. 1988. GODINE

Za određivanje povratnih perioda poplavnih talasa na r. Lužnici i Vlasini korišćene su serije maksimalnih godišnjih proticaja na HS Svođe, r. Lužnica, (F=318 km²); HS Svođe, r. Vlasina (F=350 km²) i HS Vlasotince r. Vlasina (F=879 km;

— empirijske verovatnoće za maksimum iz 1988. prema izrazu:

$$P_N = \frac{1}{N+1} \cdot 100\%, \qquad (1)$$

— srednje vrednosti prema izrazu:

$$\overline{Q}' = \frac{Q_N}{N} + \frac{N-1}{n-1} \sum_{1}^{n-1} Qi \qquad (2)$$

— koeficijenta varijacije prema izrazu:

$$C = \sqrt{\frac{1}{N-1}\left[\left(\frac{Q_N}{\overline{Q}'} - 1\right)^2 + \frac{N-1}{n-1} \sum_{1}^{n-1} \left(\frac{Qi}{\overline{Q}'} - 1\right)^2\right]} \qquad (3)$$

gde je QN — istorijski maksimum koji nije bio prevaziđen u najmanje zadnjih N godina.

Sa ovako korigovanim vrednostima parametara raspodela dobijene su korigovane ordinate krivih log-Pearson III (tabela 5) koje su prikazane grafički, uporedo sa predhodno sračunatim.

Na taj način dobijene su verovatnoće prevazilaženja vrednosti maksimalnih proticaja od 26. 06. 1988. godine, tj.:

reka Lužica, HS Svođe

$$P\,(Q \geqslant 488\ m^3/s) \cong 0{,}0025$$

odnosno povratni period $T \cong \dfrac{1}{0{,}0025} \cong 400$ godina

reka Vlasina, HS Svođe

$$P\,(Q \geqslant 413\ m^3/s) \cong 0{,}004$$

$$T \cong \frac{1}{0{,}004} \cong 250 \text{ godina}$$

reka Vlasina, HS Vlasotince

$$P\,(Q \geqslant 780\ m^3/s) \cong 0{,}0040$$

$$T \cong \frac{1}{0{,}004} \cong 250 \text{ godina}$$

Tabela 5

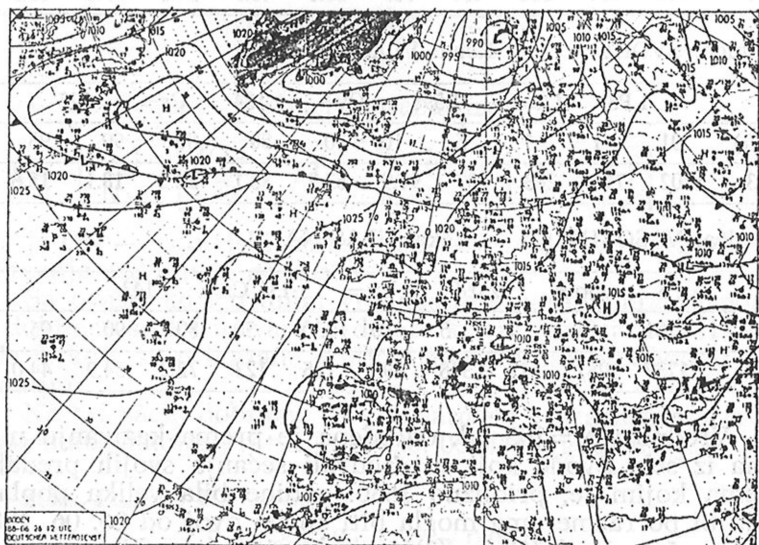
Stanica: SVOĐE				Reka: LUŽNICA							
	LP3	Qo=	1.643	Cv=	183	Cs=	539				
P(%)	01	1	1	5	10	30	50	80	90	95	
LP3	1310	637	286	150	109	60.1	41.3	24.3	19.0	15.8	11
Stanica: SVOĐE				Reka: VLASINA							
	LP3	Qo=	1.598	Cv=	184	Cs=	825				
P(%)	01	1	1	5	10	30	50	80	90	95	
LP3	1702	716	283	137	97.9	52.2	36.1	22.2	18.1	15.6	12
Stanica: VASOTINCE				Reka: VLASINA							
	LP3	Qo=	2.099	Vv=	135 Cs=	143					
P(%	01	1	1	5	10	30	50	80	90	95	
LP3	1757	1087	617	378	293	175	123	72.2	54.9	44.0	29

Vrednost N=108 gd. određena je prema kazivanju meštana iz sela Svođe koji su sačuvali sećanja svojih predaka, prema kojim je, približno 1880. godine bila velika poplava koja bi po razmerama mogla biti slična ovoj od 26. 06. 1988. godine. Izrazi od (1) — (3) uzeti su iz sovjetskih normi za proračun velikih voda; ovi izazi ušli su i u nacrt PREPORUKA ZA PRORAČUN VELIKIH VODA koji je pripremila rad-

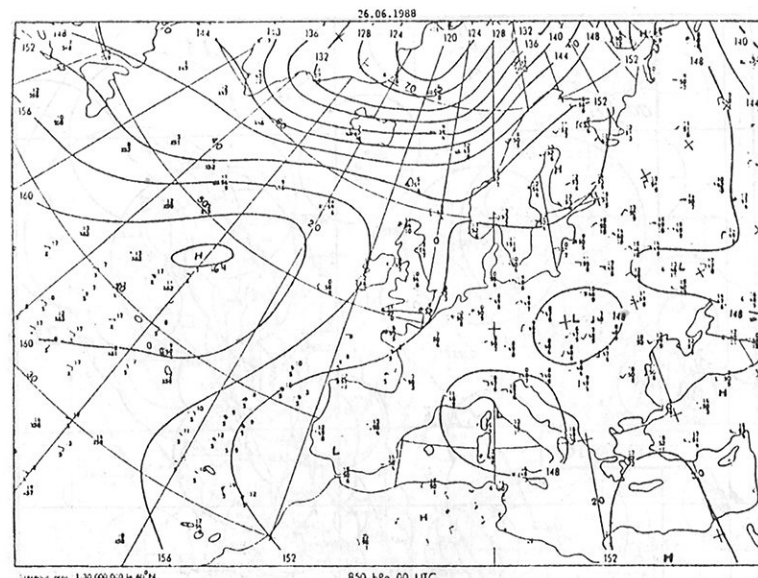
na grupa Jugoslovenskog društva za hidrologiju i Jugoslovenskog komiteta za međunarodni hidrološki program (Beograd, 1988.).

Radi kontrole, sračunati maksimalni proticaji naneti su na dijagram maksimalnih modula oticanja povratnog perioda 100 god. za teritoriju SR Srbije koja je izrađena u ovom Zavodu.

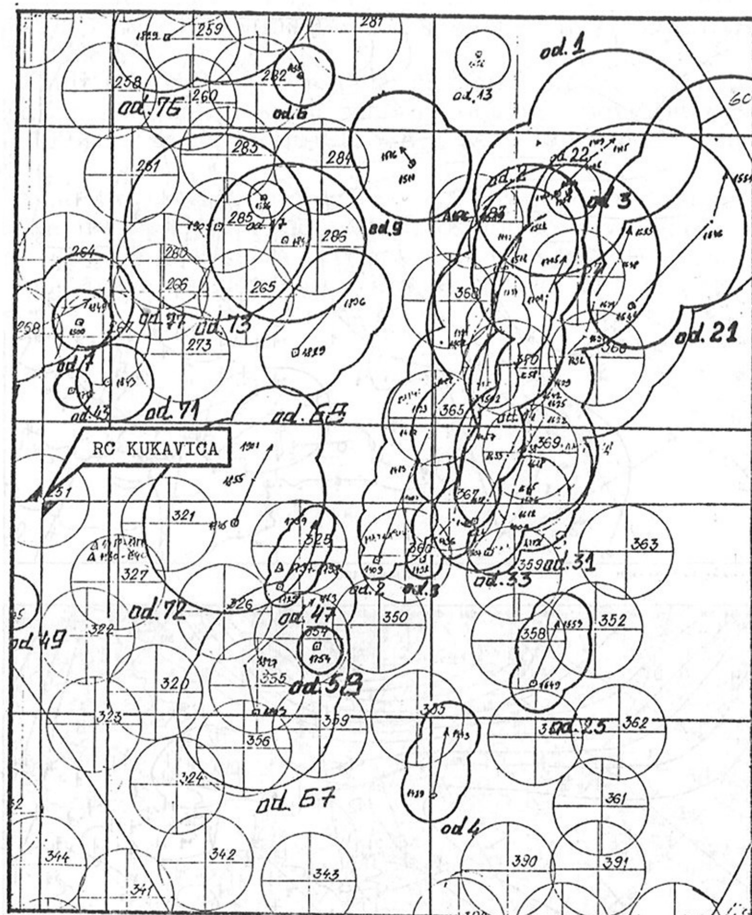
Kao što se vidi, vrednost za HS Svođe na r. Vlasini nalazi se na anvelopi maksimalnih osmotrenih vrednosti modula oticanja dok se za druge dve stanice iznad ove anvelope. Inače, ova anvelopa odgovara Krigerovoj krivi C=10.



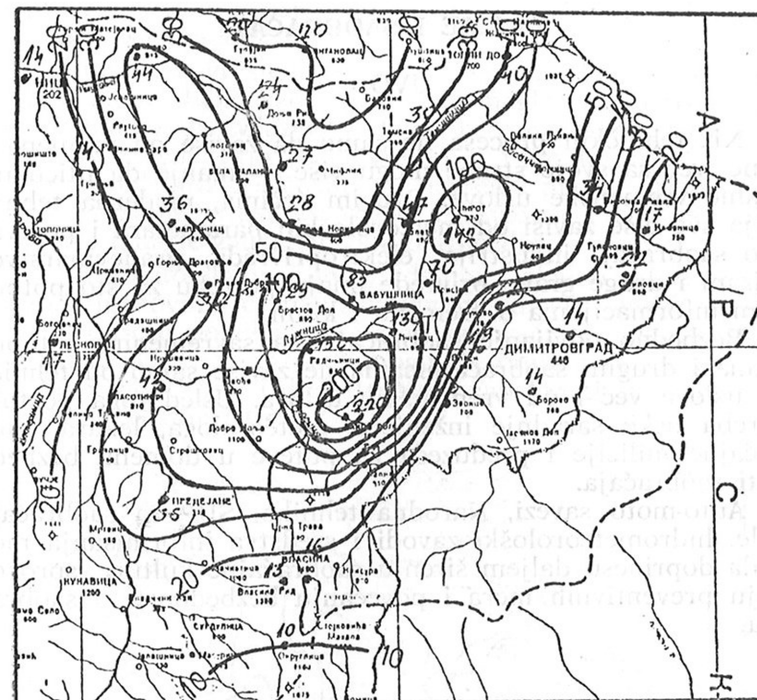
Sl. 1. PRIZEMNA KARTA ZA 26. 06. 1988. GODINE



Sl. 2 VISINSKE KARTE AT 850 hPa I AT 300 hPa ZA DAN 26. 06. 1988. GODINE



Sl. 3. DEO RADARSKE PLANŠETE SNIMLJENE NA RC PGZ „KUKAVICA", 26. 06. 1988. GODINE



Sl. 4. KARTA IZOHIJETA SREDNJIH DNEVNIH PADAVINA ZA PERIOD 07⁰⁰ 26. 06. — 07⁰⁰ 27. 06. 1988.

PRIMENA METEOROLOGIJE

VREME I SAOBRAĆAJ

UVOD

Niz tehničkih procesa ne samo da zavise od vremena i klime, već sa svoje strane mogu više — manje da utiču na lokalne vremenske uslove. Drugim rečima, moderna tehnologija sve više zavisi od meteoroloških parametara i pojava. Zato saobraćaj, industrija, elektroprivreda, građevinarstvo, turizam i druge grane privrede imaju potrebu za što potpunijim informacijama o vremenu i klimi.

Bezbedno odvijanje saobraćaja na savremenim autoputevima i drugim saobraćajnicama ne zavise samo od tehničkih uslova već i od vremenskih uslova. Usled toga postoji potreba uske saradnje inženjera, meteorologa, lekara, saobraćajne milicije i preduzeća za puteve u domenu bezbednosti saobraćaja.

Auto-moto savezi, Narodna tehnika, SUP za saobraćaj, škole, hidrometeorološki zavodi i sredstva informisanja mogu da doprinesu daljem širenju saobraćajne kulture, sprovođenju preventivnih mera i povećanju bezbednosti u saobraćaju.

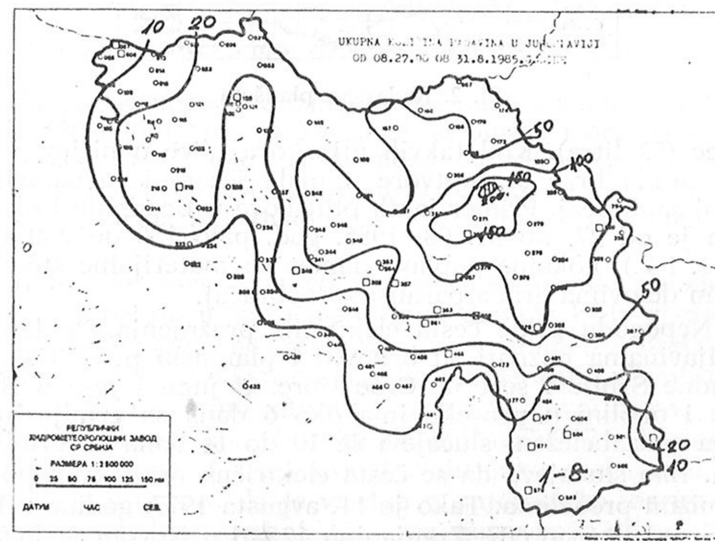
VREME I SAOBRAĆAJ U TOKU LETA

Jedno prosečno leto ima dosta sunčanih dana, a prema tome povoljne vremenske situacije za bezbednu i prijatnu vožnju na suvim putevima. Na primer u Beogradu i okolini u junu ima oko 10 časova, na Hvaru i u drugim primorskim mestima prosečno osunčavanje u toku leta traje duže nego u kontinentalnom delu. Zato je letnji period znatno pogodniji za drumski saobraćaj, u odnosu na poznu jesen i zimu. Međutim, leto ima povremeno nepovoljne vremenske situacije, naročito za vreme prodora vlažnog atlantskog vazduha ili pri nestabilnoj vremenskoj situaciji, kada se javljaju lokalne nepogode. Visoka letnja temperatura, odnosno vrućina utiče na vozače. Lekari tvrde da tropska vrućina sa temperaturom iznad 30 stepeni izaziva promene u čovekovom organizmu i neki burno reaguju na ove promene.

Letnje nepogode u našim krajevima obično se javljaju u popodnevnim časovima ili na meteorološkom frontu, na granici tople i hladne vazdušne mase. Ove nepogode su obično praćene jakim pljuskovima, olujnim vetrom, grmljavinom i ponekad sa gradom.

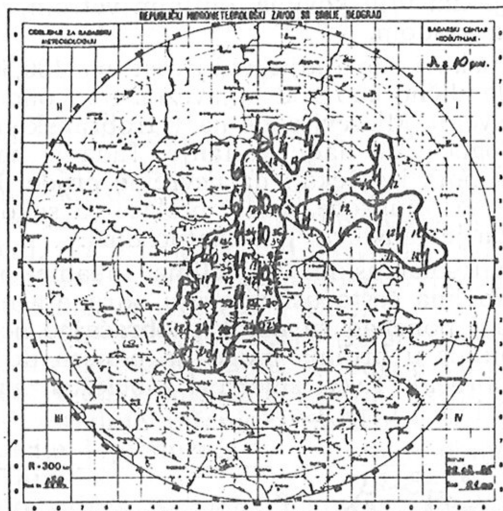
Jaki pljuskovi smanjuju vidljivost na 100,50 ili manje metara, dakle slično kao kod pojave magle i onda treba upaliti srednja svetla. Mlazevi vode na vetrobranskom staklu ponekad onemogućavaju dalje kretanje. Tada je najbolje skloniti se pored puta i sačekati da nevreme prođe. Pri nailasku na jake lokalne pljuskove vozači prelaze sa suvog na vlažan kolovoz i tada je zaustavni put znatno duži.

U brdovito-planinskim predelima lokalne nepogode sa jakim pljuskovima često uslovljavaju odrone zemlje i kamena. Ovi odroni ponekad su uzrok saobraćajne nesreće. Osim toga, jake bujice u brdima mogu da odnesu deo puta i da obustave saobraćaj. Takvi slučajevi zabeleženi su u planinama Bosne, Srbije i Crne Gore.



Sl. 1. Količine padavina

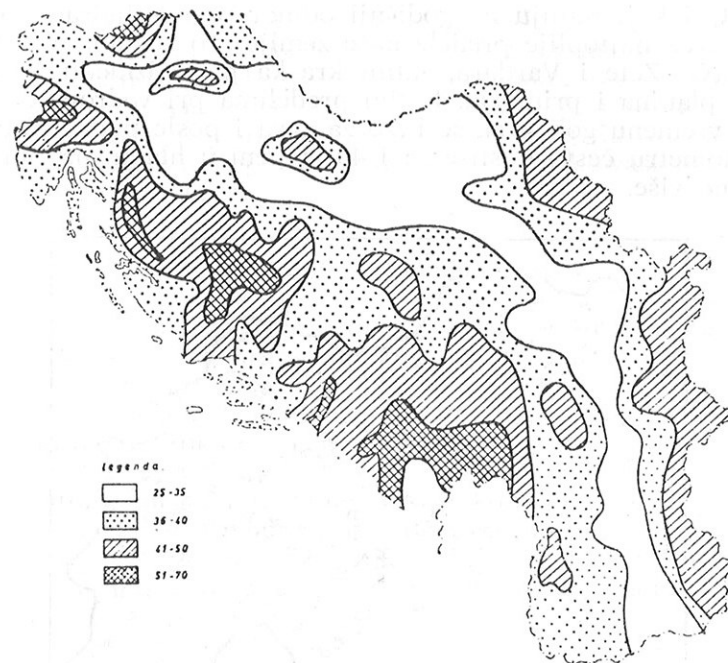
Događa se kod lokalnih vremenskih nepogoda da za kratko vreme padne više kiše nego što u proseku padne za ceo mesec. Tako je 29. juna 1940. godine u Beogradu palo 78 litara kiše po kvadratnom metru i to je u granici proseka za jun (oko 80 litara). Zatim 9. 8. 1926. i 3. 9. 1951. godine palo je 88 litara, a to je znatno iznad proseka za ovaj



Sl. 2. Radarska planšeta

mesec (52 litra). Kod takvih pljuskova ulice u nižim predelima grada brzo se pretvore u mala jezera i to uslovljava zastoj saobraćaj. Primer jakih pljuskova u Beogradu i okolini kada je od 27. do 31. 08. 1985. god. palo 150 do 200 $1/m^2$ (Sl. 1. i 2.). Lokalne poplave nanele su materijalne štete i u nekim delovima grada paralisale saobraćaj.

Nepogodu prate česta električna pražnjenja. Po letnjim grmljavinama poznati su brdoviti i planinski predeli Bosne, zapadne Srbije i severne Crne Gore. U junu i julu u Beogradu i okolini u proseku ima oko 6 dana sa grmljavinom, mada su zabeleženi slučajevi sa 10 do 14 dana sa grmljavinom. Ima slučajeva da se česta električna pražnjenja pojave i u nižim predelima. Tako je 11. avgusta 1977. godine u Beogradu zabeleženo 607, Zrenjaninu 1254 i u Novom Sadu 1716 električnih pražnjenja.

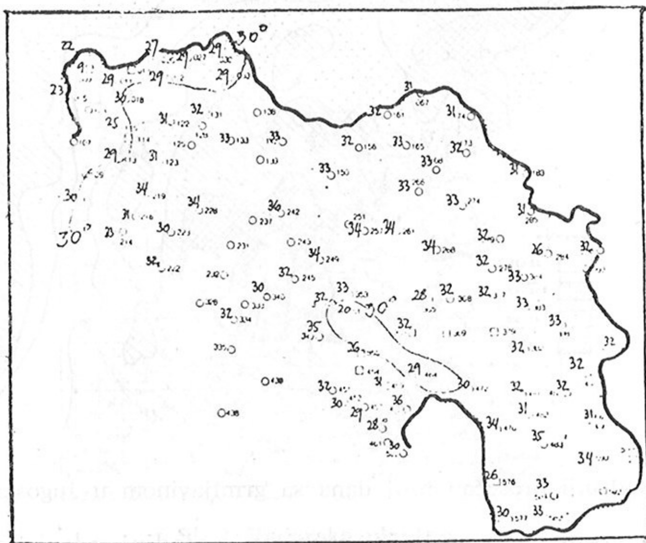


Sl. 3. Godišnji prosečan broj dana sa grmljavinom u Jugoslaviji

Za vreme nepogode izmereni su pojedini udari verta od 70 do 150 kilometara na čas, a to su olujne i orkanske brzine. Ovakvi bočni udari vetra mogu da zanose putnička vozila i tada treba obavezno smanjiti brzinu. Ovi udari su naročito opasni na mostovima, nadvožnjacima i uzvišenim mestima.

U letnjim mesecima vozači treba da obrate panžju na visoku temperaturu, naročito u onim danima kada vlada tropske vrućine, odnosno kada živa u termometru prelazi 30 stepeni u hladu. Kod ovako visoke temperature povoljni uslovi za vožnju su rano jutarnji i kasno podnevni časovi, kada sunčevi zraci nsu jaki. U toku dana između 12 i 16 časova, dugotalasni sunčevi zraci uslovljavaju jako zagrevanje. Merenjima je utvrđeno da je vazduh u automobilu zagrejan više nego u okolnoj sredini. Na veće zagrevanje utiču staklene površine, boja vozila i rad motora.

Oni koji putuju na godišnji odmor prema Jadranu prolaze kroz najtoplije predele naše zemlje. To su doline Krke, Neretve, Zete i Vardara, zatim kraška polja između Dinarskih planina i primorja. U tim predelima pri vedrom i toplom vremenu goli kras se brzo zagreva i posle podne živa u termometru često dostiže 35 i 40 stepeni u hladu, na Suncu znatno više.



Sl. 4. Meksamalne temperature na dan 7. VIII 1978.

Primer tropskog dana zabeležen je 7. avgusta 1978. godine kada je u većem delu naše zemlje vladala letnja vrućina. Najviša temperatura u većini mesta naše zemlje, gde se vrše meteorološka merenja, iznosila je 30 do 36 stepeni. Samo u Sloveniji i brdovito-planinskim predelima temperatura je bila nešto niža od 30 stepeni. U Banja Luci i Titogradu izmereno je 36, Mostaru i Skoplju 35, Bihaću, Loznici, Valjevu, Prizrenu i Štipu 34, Beogradu, Nišu, Novom Saddu i Slavonskom Brodu 33 stepena. U Ljubljani i Mariboru najviša temperatura iznosila je 29, a Zlatibor sa 1000 metara nadmorske visine imao je 28 stepeni u hladu (Sl. 4.).

Ovako visoku temperaturu i pojavu tropskog dana uslovilo je jugozapadno visinsko strujanje u kome se širio topao vazduh poreklom iz severne Afrike.

Nepovoljna vremenska situacija u toku leta je kada vlada sparina, odnosno kombinacija visoke temperature i povećane vlažnosti. Tada je temperatura obično oko 30 stepeni, a relativna vlažnost prelazi 60 procenata. Ako je za vreme sparine vazdušni pritisak u padu lekari kažu da ovakva vremenska situacija nepovoljno deluje na kardio-vaskularni sistem i zamara vozače.

Automobil Faradejev kavez

Poznato je da grom najčešće udara u drveće, kako sa glatkom tako i sa hrapavom korom, kao i u predmete koji se nalaze na uzvišenjima.

Po čestim grmljavinama poznate su oblasti oko Divčibara, Zlatibora, Kopaonika, Bjelašnice, Durmitora, Lovćena, Velebita i slovenskih Alpi (Sl. 3).

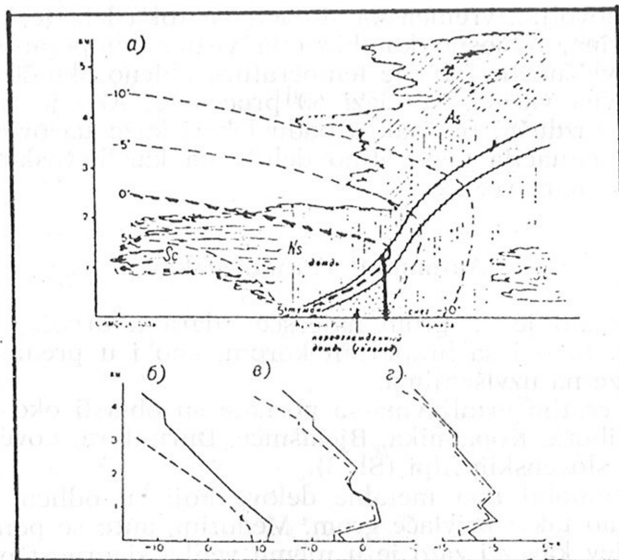
Automobil ima metalne delove koji su odlični provodnici i kao takvi privlače grom. Međutim, auto se ponaša kao Faradejev kavez i zato je u njemu velika sigurnost od posledica udara groma. Slično važi za železničke vagone i tramvaje.

VREME I SAOBRAĆAJ U ZIMSKOM PERIODU

U zimskom periodu godine magla i smanjena vidljivost, snežni pokrivač i nanosi, ledena kiša i poledica i jak vetar znatno otežavaju saobraćaj, odnosno kretanje vozila na putevima. Ovome treba dodati pojavu umerenog ili jakog noćnog mraza koji uslovljava zaleđivanje.

Poledicom se naziva taloženje sloja leda na predmetima ili na poršini tla, a posledica su zamrzavanja prehlađenih kapi kiše ili sipeće kiše na negativnoj temperaturi u prizemnom sloju vazdduha, uglavnom od 9 do —6 stepeni. U Podunavlju hladna košava sa temperaturom od 0 do —3°C vrlo je pogodna za pojavu ledene kiše i zrnastog snega. U isto vreme u višim slojevima širi se vlažan i topliji vazduh. Ovakva vremenska situacija vrlo je pogodna za stvaranje poledice na većem prostranstvu.

Zaleđivanje nastupa i u onim slučajevima kada voda ili kišne kapi dođu u dodir sa predmetima čija je temperatura niža od 0 stepeni. To se često događa na mostovima, nadvožnjacima ili uzvišenjima gde ima strujanja vazduha.



Sl. 5. Vertikalni presek kroz topli front

U ovim slučajevima zaleđivanje ne zavisi od opšte vremenske situacije nego od lokalnih uslova.

U vazdušnoj masi poledica se obrazuje u zoni tople advekcije pri negativnoj temperaturi u prizemnom sloju, ako na visini postoji oblačnost iz koje je moguća sipeća kiša ili kiša. Ovu pojavu treba da prati sloj inverzije na visini oko 500 do 1500 metara i da je u gornjem delu oblaka temperatura pozitivna.

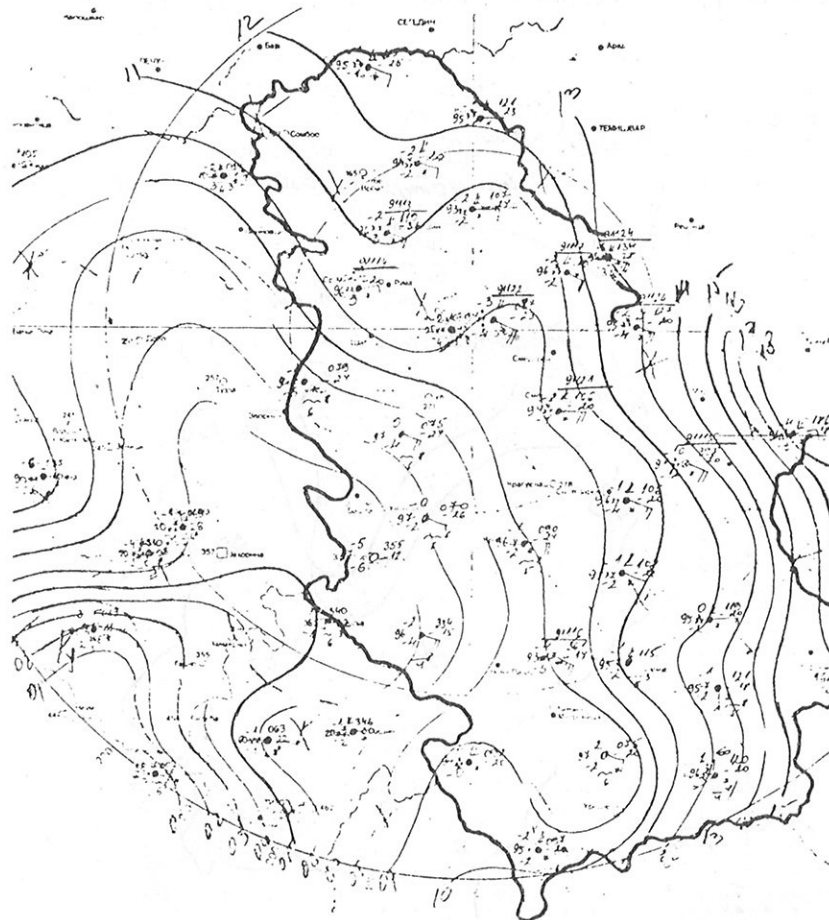
Frontalna poledica javlja se ispred toplog fronta i okluzije po tipu toplog fronta gde se očekuje padanje prehlađene kiše. U ovom slučaju kiša pada iz oblaka gde je pozitivna temperatura iznad sloja inverzije. Širina zone poledice oko toplog fronta približna je 100 do 150 kilometara. Kod prognoze frontalnep oledice treba pratiti premeštanje linije toplog fronta i zone padavina (sneg, susnežica, ledena kiša, kiša). Za frontalnu poledicu karakteristična je nagla promena negativne temperature pred frontom i pozitivne temperature iza toplog fronta. Pred samom linijom fronta karakterističan je sloj inverzije.

Na slici 5. prikazan je vertikalni presek kroz topli front i krive stratifikacije temperature.

a) Vertikalni presek kroz topli front pri pojavi poledice u zoni padavina ispred fronta (prehlađena kiša i poledica),

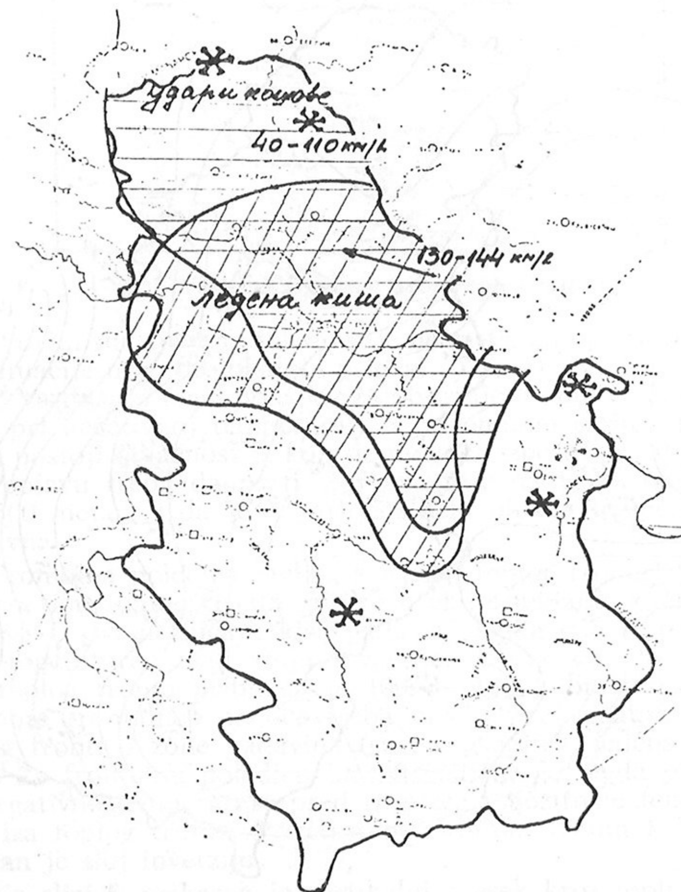
b) Kriva stratifikacije temperature i vlažnosti u toplom vazduhu,

v i g) Kriva stratifikacije temperature i vlažnosti u predfrontalnoj zoni.



Sl. 6. Vejavica sa košavom na dan 16. 08. 1986. godine

Vejavica se javlja ako snežne padavine prati vetar brzinom većom od 8 metara u sekundi (29 km na čas). Sl. 6. Ova pojava često se javlja u zimskom periodu u Podunavlju i Pomoravlju kada duva košava, a udari dostižu 11 i više metara u sekundi. Tada se stvaraju smetovi koji dostižu oko 2 i više metara, posebno u južnom Banatu. Slične snežne nanose stvara jak severac, naročito u Vojvodini, Šumadiji, Pomoravlju, Timočkoj Krajini i u dolini Vardara. Jaka hladna bura u Gorskom Kotaru stvara veće snežne nanose i jako otežava saobraćaj na severnom Jadranu.

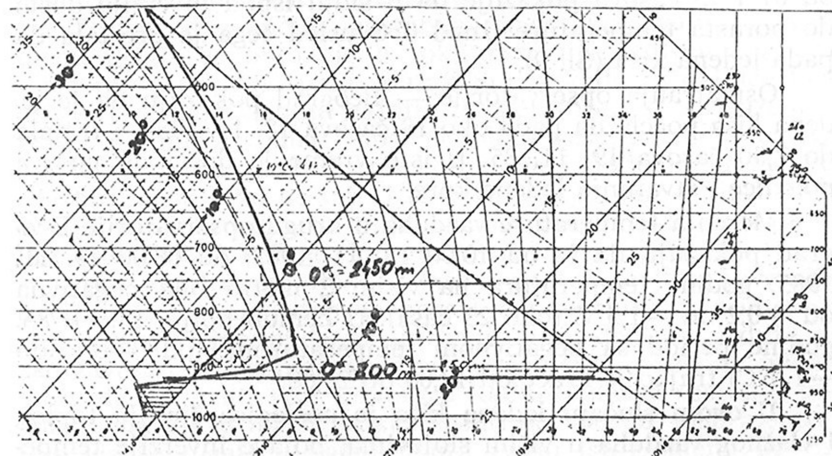


Sl. 7. Ledena kiša i košava

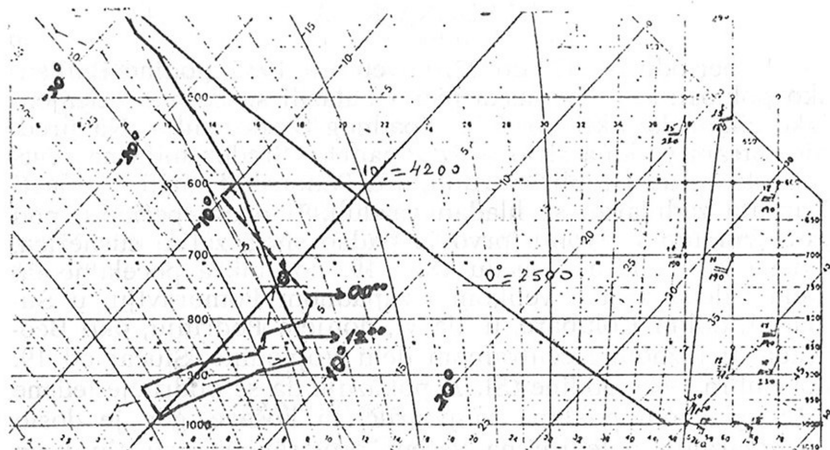
LEDENA KIŠA

U periodu od 17. do 22. novembra 1985. godine Balkansko poluostrvo i Panonska nizija nalazili su se pod uticajem jake ciklonske aktivnosti iz zapadnog Sredozemlja. Na prednjoj strani ciklona širio se iz zapadnog Sredozemlja na severoistok vlažan i topliji vazduh, a u Panonskoj niziji u oblasti Karpata zadržavao se hladan vazduh. U ovom periodu, pod uticajem toplog fronta prvo je padao sneg, zatim susnežica, ledena kiša i kiša. Između 18. i 19. novembra počela je da pada ledena kiša u velikom i zapadnom Pomoravlju, u Šumadiji, dolini Kolubare, u Mačvi, donjem Podrinju, oko Beograda, u južnom i centralnom delu Vojvodine. Slučaj od 19. novembra 1985. godine (Sl. 7) pokazuje da se područje ledene kiše uglavnom poklapa sa područjem košave, gde je došlo do stvaranja poledice na većem prostranstvu, na tlu i na predmetima.

Za pojavu ledene kiše karakterističan je vertikalni raspored temperature, odnosno pojava inverzije. Radiosondaža Beograda od 01 čas 19. 11. 1985. godine pokazuje da je u sloju od tla do visine 800 metara temperatura vazduha bila negativna, a iznad od 800 do 2450 metara temperatura pozitivna (Sl. 8). U višem sloju, iznad inverzije temperature, preovlađivalo je jugozapadno strujanje (jugozapadni vetrovi) u kome



Sl. 8. Radiosondažno merenje u Beogradu 19. 11. 1985. god. u 00 po GMT



Sl. 9. Radiosonažno merenje u Beograd 20. 11. 1985. god. u 00 i 12 po GMT

se širio vlažan i topliji vazduh. Kišne kapi prvo su prolazile kroz sloj sa pozitivnom temperaturom, a u prizemnom sloju došlo je do zaleđivanja i pojave ledene kiše. Pri ovakvoj vremenskoj situaciji stvarao je led i poledice na tlu, na drveću i na svim predmetima.

Sledećeg dana 20. 11. 1985. godine radiosondaža Beograda od 01 i 13 časova pokazuje da u sloju ispod inverzije došlo do porasta temperature iznad 0°C usled čega je prestala da pada ledena kiša (Sl. 9).

Osmatranja opservatorije — Beograd pokazuju da je ledena kiša počela da pada oko 18 časova 18. 11. 1985. i trajala do 7,30 časova 19. 11. 85. U isto vreme je došlo do pojave poledice i stvaranja ledene kore.

Merenja temperature vazduha u krugu opservatorije Beograd pokazuju da je od 10,00 18. 11. 1985. do 08,00 19. 11. 1985. godine temperatura na visini 2 metra bila negativna od —0,2 do —1,5°C (oko 23 časa). U Zemun polju, 18. 11. 85. godine period sa negativnom temperaturom (od —0,1 do —1,0°C) trajao je kraće od 12,00 do 22,00.

U ovom slučaju ledena kiša je posledica širenja toplog i vlažnog vazduha u višim slojevima, pojave inverzije temperature i olujne košave u Podunavlju i Pomoravlju.

U većini mesta u Podunavlju i Pomoravlju u periodu od 18. do 23. 11. 1985. godine duvala je košava sa olujnim udarima od 70 do 110 kilometara na čas. U južnom Banatu, oko Vršca na dan 19. i 20. novembra zabeleženi su orkanski udari košave od 30 do 43 metra u sekundi, odnosno 108 do 155 kilometara na čas. U Beogradu najjači udar košave izmeren je 20. 11. 1985. god. u 9,30 čas. 26,4 metar u sekundi ili 95 kilometara na čas.

STABILNA VREMENSKA SITUACIJA U TOKU ZIME POGODUJE STVARANJU MAGLE

Vidljivost u magli manja od 1000 metara, u gustoj magli od 50 metara.

U toku jeseni i zime ima perioda kada se srednja Evropa i Balkansko poluostrvo nalaze pod uticajem polja visokog vazdušnog pritiska. To znači da vlada stabilno vreme i ono je vrlo pogodno za pojavu magle i mraza, ali su potrebni i drugi uslovi. U većini slučajeva magla se obrazuje kao posledica hlađenja zemlje i prizemnog sloja vazduha, kada postoji povoljan vertikalni raspored vlage. Na primer, u toku januara noć traje oko 15 časova i to je dovoljno za jače hlađenje tla u vedroj noći. Prema tome magla je kondenzovana vodena para u prizemnom sloju vazduha. Po međunarodnom sporazumu vidljivost u magli je manja od 1000 metara, kod guste magle vidljivost je manja od 50 metara.

Postoji više načina postanka magle. Pri stabilnom vremenu magla se obrazuje u toku noći pri vedrom i tihom vremenu, a posebno pred izlazak Sunca kada je najjače hlađenje tla i kada vladaju najniže temperature. To su prizemne magle i njihova visina iznosi nekoliko desetina metara. Ove magle se obično javljaju po kotlinama i dolinama reka. Po izlasku Sunca brzo nestaju i nisu veća prepreka za normalno odvijanje saobraćaja. Sa pojavom ove magle poznate su kotline oko Užičke Požege, Valjeva, Sarajeva i Ljubljane.

Ako je hlađenje tla sve jače i postoji pojava inverzije u višim slojevima, odnosno porast temperature sa porastom nadmorske visine, onda magle imaju veću debljinu i duže se zadržavaju. Pri takvoj stabilnoj vremnskoj situaciji magla može da obuhvati veće površine. Radiosondažna merenja pokazuju da takve magle imaju visinu od 400 do 1000 metara. Ove visoke mgale u našoj zemlji znaju istovremeno da zahvate Vojvodinu, Slavoniju, Posavinu, Pomoravlje, kao i do-

line reka u Srbiji, Bosni, Makedoniji i Sloveniji. Obično se zadržavaju do 10 ili 12 časova, a ponekad i preko celog dana. Te visoke magle veoma otežavaju drumski, rečni i vazdušni saobraćaj i vidljivost je obično od 10 do 50 metara.

Kod guste magle ponekad postoje slabe padavine, takozvana rosulja ili izmaglica i to je uzrok da su kolovozi vlažni i klizavi. Ako je temperatura ispod nule onda u magli postoji taloženje zrnastog ili kristalastog inja ili pada zrnast sneg. Tako se na mnogim putevima, osim smanjene vidljivosti, pojavljuje i poledica. Pri ovakvoj pojavi vozači treba da budu vrlo oprezni i da prilagode brzinu prema trenutnoj vidljivosti i stanju na kolovozu.

Magla nije prepreka samo za saobraćaj, posebno drumski, rečni i vazdušni. Pri magli se u većim gradovima naglo povećava zagađenost vazduha od izduvnih gasova automobila, kao i od drugih produkata sagorevanja. Tada nema razmene strujanja između prizemnih i viših slojeva vazduha. Vreme je uglavnom tiho, i temperatura ima mala kolebanja, 1 do 2 stepena.

Treba istaći da su sve vrste magli opasne za automobilski, vazdušni, rečni i pomorski saobraćaj. Zbog magle koja se obrazovala 7. decembra 1974. godine na autoputu Majnc—Binger dogodio se strahovit lančani sudar 140 automobila i pri tome je stradalo 28 ljudi. Prema podacima o saobraćajnim nesrećama koje su se dogodile u SR Nemačkoj, prosečno se godišnje dogodi 1500 saobraćajnih nesreća zbog pojave magle.

U našoj zemlji beležimo tešku saobraćajnu nesreću koja se dogodila zbog magle, nedaleko od Zagreba na deonici auto puta kod Ivanje Reke. U ranim jutarnjim časovima na dan 30. avgusta 1980. god. zbog vidljivosti manje od 50 metara (gusta magla) nastao je lančani sudar. Jedan na drugi naletelo je 45 automobila i pri tome je poginulo 6 lica, a lakše ili teže ozleđeno više desetina ljudi.

Za vazdušni saobraćaj kaže se da je magla, „neprijatelj broj 1". Nijedan avion ne može poleteti dok je nad aerodromom prizemna magla sa vidljivošću manjom od 400 metara. Prema zvaničnim podacima američke avio kompanije gubile su zbog magle prosečno godišnje preko 200.000 dolara.

U velikim gradovima postoje magle koje su nastale čovekovom aktivnošću. To su gradske i industrijske magle koje su posledica velike čestične zagađenosti vazduha, a uzrok su brojna ložišta, dimnjaci fabrika, toplana, termoelektrana i izduvni gasovi automobila.

PROMENE VREMENA UTIČU NA LJUDE I VOZAČE

Lekari koji proučavaju uticaj vremena na ljude smatraju da nagle promene meteoroloških elemenata mogu da budu uzrok pogoršanja stanja nekih bolesti, a utiču i na psihičko stanje, vozača. Lekari objašnjavaju da pad vazdušnog pritiska izaziva nadimanje tkiva i usporava cirkulaciju. Čak i ljudi dobrog zdrvlja osećaju se umornim ili imaju glavobolju. Poznato je da pad vazdušnog pritiska obično nastupa pred prodor hladnog vazduha ili u letnjem periodu godine pred nepogodu. Onda se ljudi žale da su neraspoloženi, da imaju glavobolju ili reumatične bolove.

Postoje prirodni meteorološki uticaji koji otežavaju vožnju kao što su: smanjena vidljivost usled pojave magle, klizavost kolovoza usled pojave kiše, snega i poledice, jaki bočni udari vetra, visoka temperatura i drugo. Među drugim uticajima prvo mesto zauzima termički kompleks. Temperatura i vlažnost u kolima ne zavise samo od spoljne sredine nego i od tehničkog uređaja samog automobila — uređaja za ventilaciju i grejanje, od staklenih površina i boje karoserije. Ako je vozilo bilo duže parkirano na suncu, unutrašnjost kola može da se zagreje i da u prvim trenucima vožnje dođe do psihofizičkog zamora vozača i slabljenja koncentracije pri vožnji. Od složenih biometeoroloških činilaca koji utiču na vozače treba pomenuti nagle vremenske promene koje nastaju pri prodoru hladnog i širenju toplog vazduha.

U toku 1971. godine analizirano je u zapadnoj Nemačkoj oko 40.000 saobraćajnih udesa. Stručnjaci su otkrili da se pod određenim vremenskim uslovima broj saobraćajnih udesa povećao za 15 do 20 procenata, nezavisno od stanja na putevima i uslova za vožnju. Zatim su usledila ispitivanja u bioklimatološkim centrima. Ona su pokazala da je u proseku svaki treći čovek manje ili više osetljiv na promene vremena, odnosno na promene meteoroloških elemenata. Nepovoljne vremenske situacije za vozače su za vreme prodora hladnog vazduha kada dolazi do pada temperature, povećanja vlažnosti i pojave padavina. Kada je vazdušni pritisak u padu vozači automobila postaju nepažljivi i to može da dovede do povećanja broja saobraćajnih udesa.

Ponekad, južni i jugozapadni vetrovi koji imaju osobine fena-naglo smanjuju vlažnost vazduha i donose osetan porast temperature, mogu kod vozača da izazovuu mor, pospanost i nervozu, nezavisno od stanja na putevima.

METEOROLOGIJA I SREDSTVA JAVNOG INFORMISANJA

Svetska meteorološka organizacija podstiče i održava saradnju među narodima u domenu meteorologije i operativne hidrologije. Ovo se posebno odnosi na redovnu i pravovremenu razmenu meteoroloških i hidroloških podataka koji su potrebni svakoj zemlji za obezbeđenje vremenske i hidrološke prognoze i davanju upozorenja javnosti.

Jedan od najvažnijih mehanizama kojim se ovo postiže je Svetsko meteorološko bdenje (SMB) koje je Svetska meteorološka organizacija usvojila 1963. godine. Delovanje Svetskog meteorološkog bdenja dovelo je do značajnog napretka: 1) prvo, danas su standardne tehnike prizemnih osmatranja dopunjene automatizovanim osmatračkim i komunikacionim sistemom koji se sada već rutinski koristi, 2) automatizacija tehekomunikacione mreže uvela je velike brzine u razmeni i pouzdanosti podataka o vremenu, 3) numerička analiza i prognostički metodi uz kompjutere velikih brzina koriste se za izradu sve boljih prognoza. Usled toga Svetska meteorološka organizacija je odličan primer međunarodne saradnje između 160 zemalja članica, a Svetsko meteorološko bdenje je uticalo na jačanje veza između nacionalnih prognostičkih službi i sredstava javnog informisanja.

Nacionalne hidrometeorološke službe obično se bave oblastima od opšteg društvenog interesa:

a) U zaštiti života i imovine,
b) U zaštiti i unapređenju životne sredine i poboljšanje kvaliteta života,
c) Povećanju proizvodnje hrane i doprinosu nacionalnom — društvenom ekonomskom razvoju.

U svim ovim oblastima, sredstva javnog informisanja mogu pomoći meteorološkim i hidrološkim službama da izvrše svoje zadatke, posebno u oblasti opšte bezbednosti ljudskih života i materijalnih dobara.

Važnost uloge sredstava javnog informisanja u prenošenju upozorenja javnosti može se dovoljno istaći kod najava

atmosferskih nepogoda, nepogoda na rekama i kod vanrednih pojava.

Svake godine uragani i tajfuni, odnosno tropski cikloni prete suptropskim i drugim regionima u svetu gde nanose velike materijalne štete: suše obuhvataju velike delove Afrike, Azije i centralne Amerike: mrazevi u proleće u ranu jesen uništavaju useve poplave i veliki snegovi prekidaju saobraćaj, ponekad i privredne aktivnosti, a u ovakvim slučajevima efikasna sredstva javnog informisanja mogu mnogo pomoći.

Za naše podneblje, odnosno za Balkansko poluostrvo i Panonsku niziju važna je najava atmosferskih nepogoda i nepogoda na rekama. Opasnim hidrometeorološkim pojavama smatramo one koje se javljaju povremeno, a predstavljaju opasnost za ljudske živote i mogu naneti znatnu materijalnu štetu. Ove pojave u domenu meteorologije su:

1) jak grad,
2) intenzivna električna pražnjenja,
3) izvanredno velike količine kiše,
4) izvanredno visok snežni pokrivač,
5) orkanski udari vetra (preko 32 metra u sekundi),
6) guste magle (vidljivost ispod 50 metara),
7) jake temperaturne inverzije,
8) poledica na putevima,
9) zagađenost vazduha,

A u domenu hidrologije:

10) formiranje poplavnih talasa,
11) formiranje leda na rekama,
12) zagađenost vode

Kao što je poznato prognoza opasnih meteoroloških pojava predstavlja vremenski interval od 2 do 24 časa pre nastupa opasne vremenske situacije. Osnova za najavu opasnih pojava (atmosferskih nepogoda) su satelitska i radarska osmatranja, tekuće i prognostičke karte, radiosondažna merenja i prognoza određenih meteoroloških parametara. Veoma kratkoročne prognoze označavaju prognozu vremenu od 0 do 12 časova unapred, dok „Nowcasting" prema definiciji Komisije za atmosferske nauke (Moskva, oktobar 1981.) predstavljala bi informaciju o tekućem vremenu i njegovu prostu ekstrapolaciju do 2 časa unapred. Prognoze za veoma kratak rok (do 12 časova) i podvrsta „nowcasting" zahtevaju radar-

ske podatke sa visokim razlaganjem i satelitske snimke oblačnih sistema (Meteosat Noaa-6 i 7 meteor). Prognoza za veoma kratak rok treba da pruži lokalnu i detaljnu informaciju o vremenu. Ova prognoza ne treba da bude sinoptičkih razmera već malih, mezo-razmera. Česti nosioci nepogode u letnjem periodu godine u masi i na atmosferskom frontu su moćni, jako vertikalno razvijeni oblaci kumulonimbusi (Cb), a njih otkrivaju i prate meteorološki radari sa visokim digitalnim razlaganjem.

Intenzivne vremenske pojave koje imaju velikog uticaja na maerijalna dobra i dovode u pitanje živote ljudi su fenomeni mezo razmera, a to su: grmljavinske nepogode, jaki pljuskovi, grad, snežne mećave, orkanski vetrovi, pijavice (trombe). Zato su kratkoročne prognoze za davanje pravovremenih upozorenja i najavu jakih nepogoda u čemu mnogo pomažu sredstva javnog informisanja. Sistem za najavu opasnih meteoroloških pojava čine pojedini delovi hidrometeorološke službe i određeni organi izvan službe (štabovi za elementarne nepogode, republički i gradski O i O, direktno zainteresovane organizacije i sredstva javnog informisanja).

Poznato je da svake godine na teritoriji Srbije i Jugoslavije neki rečni tokovi napuštaju svoja korita i plave veće ili manje površine ugrožavajući ljude i njihova materijalna bogatstva. Sa rekom čovek vodi neprekidnu borbu, a od poplava se uvek strepelo.

Poplave nastaju kao rezultat prelivanja vode izvan prirodnih ili veštačkih granica, odnosno kada dotok vode premašuje kapacitet prirodnog retenziranja ili infiltracije. Pojava prekomernih voda na jednoj reci zavisi od čitavog niza faktora koji se međusobno uslovljavaju i dopunjuju. Porast vodotoka i formiranje poplavnog talasa su najčešće uslovljeni količinom pale kše ili otapanjem snega. Najopasnije su ciklonske ili frontalne padavine koje na jednom području traju 2 do 3 ili više dana. Od jakih pljuskova koji traju kratko i imaju lokalni karakter nastaju takozvane „bujične poplave". Kod ovih poplava važna su radarska osmatranja, kod otapanja snega praćenje prizemne temperature, zatim visina O i JO izoterme. U zimskom periodu godine postoji još jedna vrsta poplava i u neposrednoj je vezi sa pojavom ledo-hoda i ledostaja na rekama. Usled nagomilavanja santi razbijenog leda i blokiranja reke dolazi do sprečavanja oticanja. Usled toga su uzvodne površine i naselja izloženi, „ledenoj poplavi".

Jedna od najefikasnijih mera za odbranu od poplava je predviđanje pojave velikih voda korišćenjem hidroloških prognoza. Glavni zadatak prognoze je predvideti vodostaj duž čitave reke, a naročito na opasnim deonicama, po mogućnosti za što duži vremenski period. Izrada hidroloških prognoza zahteva saradnju između hidrologa i meteorologa, a za reke koje protiču kroz dve ili vše zemalja saradnju na međunarodnom nivou. Za manje reke bujičnog karaktera, kod kojih je brzina odigravanja događaja od nekoliko sati prognostičari izdaju preliminarna upozorenja.

Hidrometeorološki zavod preko svojih službi izdaje upozorenja o njihovom nailasku vodoprivrednim organizacijama koje sprovode odbranu od poplava. Preko sredstava javnog informisanja upozorava se stanovdištvo na ugroženom području kako bi se evakuisalo i zdravstvene službe radi preduzimanja mera.

STO GODINA OD OSNIVANJA I RADA METEOROLOŠKE OPSERVATORIJE U BEOGRADU

VLADIMIR JAKŠIĆ PRVI METEOROLOG I STATISTIČAR U SRBIJI

Meteorološka delatnost u Srbiji počela je sredinom 19-og veka, slično kao i u drugim državama Evrope. Najstarija meteorološka instrumentalna merenja i osmatranja u Beogradu započeo je 1. januara 1848. godine Vladimir Jakšić (1824—1899). profesor Liceja, član Društva serbske slovesnosti i kasnije načelnik statističkog odeljenja Ministarstva finansija i osnivač statistike u Srbiji.

Jakšićeva meteorološka stanica nalazila se na Senjaku u blizini porodične kuće (danas ulica Kralja Vukašina br. 8). U početku je merio maksimalnu i minimalnu temperaturu i beležio vremenske pojave (kiša, sneg, oblačnost), zatim 1850. vršio merenja psihrometrom koja su trajala do kraja 1899. godine. Posle tri godine meteoroloških osmatranja u Beogradu Jakšić je počeo da objavljuje rezultate i rasprave. Jakšić daje studiju o „mestnoj" klimi Beograda i uporedio je sa klimom i mestima bliže polutaru, odnosno bliže severnom polu sa kontinentalnom i primorskom klimom. Jedan deo svojih osmatranja objavio je Jakšić u Glasniku društva srpske slovesnosti.



Vladimir Jakšić



Mreža meteoroloških stanica u Srbiji koju je osnovao Vladimir Jakšić 1856 g.

Vladimir Jakšić bio je čovek vrlo širokih pogleda i naprednih stremljenja. Hteo je da stvori osnove naučnog sistema o novoj srpskoj državi — deržavopis Serbije — koji počiva na statistici i „klimatičeskim otnošenijama". Kao profesor Liceja počeo je sa radom na uspostavljanju meteorološke mreže u Srbiji. U 1856. godini u Srbiji je radilo 20 dobro organizovanih meteoroloških stanica, a to su: u Topčideru, Šapcu, Ubu, Valjevu, Topoli, Nemenikućama, Palanci, Požarevcu, Majdanpeku, Negotinu, Jagodini, Kragujevcu, Brusnici Čačku, Užicama, Raškoj, Karanovcu (današnje Kraljevo), Kruševcu i Aleksincu.

Sledeće godine, 1857, u Srbiji je radilo 27 meteoroloških stanica, što verovatno predstavlja jednu od najgušćih meteoroloških mreža u Evropi i u svetu. Ova mreža dobro je funkcionisala do 1862. godine i onda je počela da se osipa. U 1864. godini Jakšić preuzima rukovođenje statističkom službom Srbije ali ostaje veran meteorološkim merenjima i osmatranjima u Beogradu do svoje smrti u 1899. godini u toku perioda od 52 godine.

PERIOD MILANA NEDELJKOVIĆA

Početkom osamdesetih godina 19-og veka dolazi u Beograd do osnivanja Katedre za astronomiju i meteorologiju i izbora Milana Nedeljkovića za profesora, što predstavlja jedan od presudnih momenata za razvoj meteorologije u Srbiji i u čitavoj Jugoslaviji. Posle povratka sa školovanja u Francuskoj započeo je rad na osnivanju Opservatorije. Na dan 26. marta 1887. godine tadašnji ministar prosvete. „Uviđajući razloge iznete u predlogu i ceneći naučnu i praktičnu važnost Astronomske i Meteorološke opservatorije" je rešio: Da se za Kraljevinu Srbiju podigne provizorna Astronomska i Meteorološka opservatorija u privatnoj kući na Vračaru pod upra-



Osnivač astronomske i meteorološke opservatorije — Velike škole profesor Milan Nedeljković (1875—1950)

57

vom i rukovodstvom g. Milana Nedeljkovića profesora astronomije i meteorologije na Velikoj školi.

U Provizornoj astronomskoj i meteorološkoj opservatorij (danas kuća u ulici Svetozara Markovića br. 66) započeta su 1. jula 1887. godine sistematska meteorološka merenja i osmatranja (u 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, a kasnije i u 1 čas). Zgrada stalne opservatorije prema Nedeljkovićevom nacrtu izgrađena je na dan 1. maja 1891. god. i započeta su meteorološka merenja u parku nove Opservatorije. Time je Nedeljković uspešno ostvario jednu svoju osnovnu želju „da Katedra za Astronomiju i Meteorologiju Velike škole dobije svoju radionicu". Zgrada Opservatorije i danas postoji zadržavši svoj prvobitni izgled i predstavlja jednu od retkih starih kulturnih zdanja Beograda. (Slika Opservatorije iz 1903. i danas).

Koliko je Milan Nedeljković bio dorastao poslu upravnika Opservatorije vidi se iz njegovog dopisa ministru prosvete (dopis 22. 8. 1888. i 9. 9. 1889) sa sledećim obrazloženjem o nameni Opservatorije:

Prvo, da bude mala astronomska opservatorija za primenjenu, preciznu astronomiju — onu koja nam treba za posvednevnu odredbu vremena (časa) i za odredbu longituda i latituda (i azimuta) pored nekoliko specijalnih naučnih zadataka, koji stoje u vezi sa ovim gornjim, i pored njenog zadatka kao vežbaonica za učenike Astronomije u Velikoj školi i druge radenike.

Drugo, da bude velika meteorološka opservatorija za sva kurentna posvednevna meteorološka posmatranja i za razna specijalna meteorološka posmatranja i ispitivanja.

Treće, da bude centrala za sve meteorološke stanice u Srbiji, kojima se u zadatak stavljaju: posvednevna posmatranja sviju meteoroloških prilika Srbije, zarad utvrđivanja njene klimatologije u celji naučnoj i primenjenoj,

Četvrto, da bude mala zemnomagnetska opservatorija, u kojoj bi se posvednevno zemnomagnetske prilike posmatrale i pratile, sa zadatkom da izvrši i zemnomagnetski premer Srbije,

Peto, da prati zemljotresne prilike pomoću seizmografa.

Od 1888. godine obnavlja se meteorološka mreža u Srbiji i podignute su stanice u: Kragujevcu, Nišu, Zaječaru, Valjevu, Užicu, Kruševcu, Vranju, Pirotu, Požarevcu i Šapcu. Nabavlja kompletne pribore za 12 stanica iz Berlina i Pariza. Prema zamisli Milana Nedeljkovića osmatranja na njima trebalo je da vrše profesori fizike i srodnih predmeta.



Mreža meteoroloških stanica u Srbiji koju je osnovao Milan Nedeljković 1888 g.

U centralnoj Opservatoriji u Beogradu rad je bio podeljen u četiri sekcije: meteorološko-klimatološku, astronomsku, magnetsku i administrativnu. Postojale su stanice I, II, III i IV reda, a u vezi sa tim i posebni programi merenja i osmatranja.

Razdoblje od 1900. do 1906. godine bilo je najplodnije u pogledu razvoja meteorologije u Srbiji. Opservatorija je radila kao naučna ustanova i kao centrala meteorološke mreže. Početkom 1902. god. počela su specijalna merenja temperature tla, a krajem 1902. god. počeo je Milan Nedeljković da izdaje „opštu prognozu vremena" — neku vrstu današnjeg meteorološkog izveštaja.

Ova prognoza bila je sastavljena na osnovu telegrafskih depeša iz 43 meteorološke stanice iz okolnih zemalja i od kojih je 7 stanica iz Srbije. Prognozu vremena od 1906. do 1914. god. svakodnevno je davao profesor Treće beogradske gimnazije Dragiša Marjanović za potrebe dnevnih listova i dvora. Verovatno je on i prvi prognostičar u Srbiji.

Krajem 1903. godine započelo se u Opservatoriji sa seizmološkim i zemnogmagnetnim merenjima odnosno započela su u Srbiji instrumentalna geofizička merenja i vršena su do polovine 1910.

Za vreme Prvog svetskog rata Opservatorija je prvo prekinula sa radom, a zatim su u njoj bili austrijski okupacijski meteorolozi i ona je radila sa skraćenim programom. U to vreme, šef službe bio je Dr Viktor Konrad, profesor bečkog univerziteta koji je iskoristio sređene i obrađene podatke za Srbiju i napisao je prvu klimatološku skicu Srbije, koju je objavila Bečka akademija nauka u 1916. godini.

Posle Prvog svetskog rata profesor Milan Nedeljković vratio se u Beograd 1919. godine i počeo akciju za obnovu Opservatorije i meteorološke mreže u Srbiji, što je bilo vrlo teško. Kao najspremniji stručnjak u ono vreme uspeo je da na račun reparacija poruči instrumente, uređaje i opremu za 600.000 dolara, što je u ono doba bila velika suma. Poručeni su instrumenti za astronomiju, meteorologiju, geomagnetizam i geofiziku, pribor za radiotelegrafiju, telegrafiju i telefon, naučne knjige, nameštaj za astronomske paviljone i 200 drvenih kuća sa meteorološke stanice. U 1921. godini izvršena je regionalna podela Jugoslavije u pogledu mreže meteoroloških stanica. Po ovom dogovoru Meteorološka opservatorija u Beogradu primila je na sebe rukovođenje meteorološkom mrežom u Srbiji, Vojvodini, Makedoniji, Crnoj Gori i delu Dal-

macije. Rad na uspostavljanju mreže stanica bio je težak i mukotrpan i sasvim iznenada aprila 1924. god. penzionisan je profesor Milan Nedeljković. Tako se period rada koji je trajao od 1887. do 1924. godine završava. U 1924. godini dolazi do odvajanja Astronomske i Meteorološke opservatorije u posebne institucije.

PERIOD PAVLA VUJEVIĆA

U 1924. godini, posle odvajanja Astronomske i Meteorološke opservatorije, za upravnika Meteorološke opservatorije u Beogradu postavljen je profesor Pavle Vujević. Kao novi upravnik proširuje mrežu meteoroloških stanica i snabdeva ih instrumentima dobijenim na račun reparacija, koje je poručio Nedeljković, dok se u krugu Opservatorije podižu montažne zgrade — paviljoni (1926—1927). U to doba Opservatorija raspolaže jednom od najmodernijih radiostanica i postaje sabirni meteorološki centar za celu Jugoslaviju od 1921. do 1941. godine (ovu funkciju danas ima Savezni hidrometeorološki zavod).

Meteorološka opservatorija je 1928/29. godine održavala preko 70 meteoroloških i 110 kišomernih stanica. Osim operativnih poslova radila je kao naučna ustanova. Za laboratoriju Opservatorije nabavljena je jonizaciona komora za merenje radioaktivnosti vazduha i voda, zatim Eksnerov elektromtear sa pomoćnim uređajima za merenje atmosferskog elektriciteta i atmosferske provodnosti vazduha, kondenzacioni higrometri i drugo. Ova merenja vršio je asistent Opservatorije Mitulin Radošević.

Osim rada u Opservatoriji, Pavle Vujević predavao je na Fakultetu meteorologiju i klimatologiju. U razdoblju od 1919. do 1947. godine Vujević je objavio oko 40 radova. Među ovim radovima ističe se „Podneblje Hvara", „Režim kiša u našoj zemlji", „Vetrovi na Jadranskom moru". Kao


Pavle Vujević

upravniku Opservatorije Pavlu Vujeviću pomogao je u radu Milutin Radošević, koji se između ostalog bavio merenjima Sunčevog zračenja i atmosferskog elektriciteta. Svakodnevno je analizirao vremensku kartu Evropu, ali je zvaničnu prognozu vremena od 1919, do 1914. god. davalo meteorološko odeljenje Komande vojnog vazduhoplovstva.

Osnovna delatnost Meteorološke opservatorije u periodu između dva rata bila je skoro ista kao pre 1914. godine. Najvažniji zadatak bila je obnova i održavanje mreže u većem delu Jugoslavije i prikupljanje, rezultata merenja i osmatranja. Opservatorija je bila centar za primopredaju podataka iz cele zemlje za međunarodnu meteorološku razmenu. Ona je takođe održavala međunarodne veze sa sličnim ustanovama iz celog sveta, i jedno vreme predstavljala našu zemlju u Međunarodnoj meteorološkoj organizaciji.

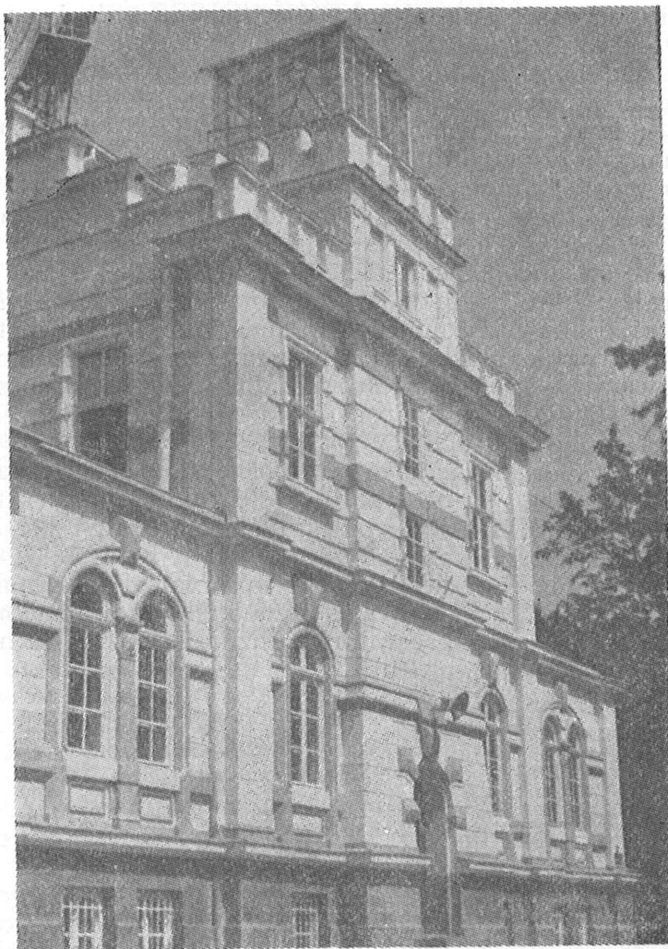
Za vreme bombardovanja Beograda 6. aprila 1941. godine uništene su sve paviljonske zgrade i inventar u njima, ali zgrada Meteorološke opservatorije ostala je neoštećena i sačuvani su svi dugogodišnji meteorološki podaci.

Krajem 1945. i u toku 1946. godine održano je više sastanaka na kojima je razmatrana buduća organizacija meteorološke i hidrološke službe u našoj zemlji. Na ovim sastancima i savetovanjima uzeli su učešće saradnici Meteorološke opservatorije P. Vujević, M. Radošević i M. Milosavljević kao istaknuti meteorološki stručnjaci.

U toku reorganizacije meteorološke službe u čitavoj Jugoslaviji izvršeno je pripajanje Meteorološke opservatorije novoosnovanoj Hidrometeorološkoj službi, Upravi pri Vladi NR Srbije. Tako je, posle 60 godina, od 1. maja 1887. do 1. oktobra 1947. godine Meteorološka opservatorija prestala da bude univerzitetska ustanova, a Republički hidrometeorološki zavod preuzeo od Opservatorije dužnost centrale za mrežu meteoroloških stanica u Srbiji.

40 GODINA RADA METEOROLOŠKE OPSERVATORIJE U BEOGRADU U HIDROMETEOROLOŠKOJ SLUŽBI SRBIJE

Osnivanjem hidrometeorološke službe 1947. godine preuzet je od Meteorološke opservatorije rad na osnivanju i održavanju stanica u Srbiji. Obnavlja se meteorološka i hidrološka mreža Srbije, koja je teško stradala u toku Drugog



Meteorološka opservatorija u Beogradu

svetskog rata i počinju organizovana merenja. Veliki doprinos pionirskom razvoju hidrološke delatnosti u Srbiji ostvarili su izuzetni hidrolozi profesori Miladin Pećinar i Radovan Petrović. Za meteorološku delatnost veliki doprinos dali su profesori Marko Milosavljević i Milutin Radošević i prvi direktor ove službe Ljubomir Đurić. Uspostavlja se služba prikupljanja meteoroloških i hidroloških izveštaja, njihova obrada i analiza.

Na IV vanrednom zasedanju Narodne skupštine FNRJ, 27. decembra 1948. godine u Beogradu, Predsednik Tito je u svom ekspozeu saopštio: „Osnovni zadatak Hidrometeorološke službe jeste, da našoj narodnoj privredi i odbrani zemlje pruži čim bolje podatke o stanju vremena i režima voda, prognoze vremena, itd., i da našu privredu snabedije raznim statističkim publikacijama, elaboratima, kartama i drugim priručnicima, radi obezbeđenja zaštitnih mjera za usjeve i poljoprivredu uopće. Ja nemam ovdje mogućnosti, jer bi to zauzelo suviše mjesta, da nabrajam sve zadatke naše hidrometeorološke službe, ali da su oni mnogobrojni i da se moraju izvršiti, o tome nema sumnje, jer njihovo izvršenje ima veliku važnost za našu socijalističku privredu koja se mora zasnivati na naučnim osnovama".

U početnom razvoju, iako suočena sa ozbiljnim problemima i teškoćama u pogledu stručnog kadra i nedostatka materijalnih sredstava i tehničke opreme, hidrometeorolška služba Srbije uspela da u relativno kratkom roku postavi temelj za dalji uspešan razvoj. Dugogodišnja merenja i osmatranja Meteorološke opservatorije u Beogradu služila su često kao osnov za mnoge studije i elaborate.

Dužnost upravnika Opservatorije od 1. oktobra 1947. do kraja 1949. godine vršio je profesor Marko Milosavljević, kao honorarni saradnik Uprave hidrometeorološke službe Srbije.

Od 1. januara 1950. do odlaska u penziju 31. jula 1974. godine dugogodišnji upravnik Meteorološke opservatorije bila je Katarina Milosavljević.

Posle toga na dužnosti načelnika i šefa Opservatorije bila su diplomirani meteorolozi: Radiša Vujičnć, Ala Anenkov, Radmila Vojnović-Kljaić, Branislav Krajnik, Natalija Janc, Danica Spasova i Zoran Popović.

Glavni zadatak Meteorološke opservatorije u Beogradu je proučavanje stogodišnjih podataka za Beograd i proučavanje vremena i klime u urbanoj sredini, održavanje gradske mreže meteoroloških stanica u širem području, sastavljanje elaborata, stručnih radova i drugo.

Klimatski uslovi u Beogradu, kao i u većim gradovima u svetu su znatno izmenjeni u odnosu na protekli period i na okružujuće predele. Na to ukazuju mnoga merenja u Beogradu za proteklih 100 godina, kao i merenja i istraživanja u većim gradovima sveta.

Savremena klimatološka analiza zahteva u urbanoj sredini specijalna merenja u okviru mezoklimatskih i mikroklimatskih istraživanja. Sprovode se kompleksna istraživanja osnovnih klimatskih elemenata zračenje, radijacija, temperatura vazduha i tla, vazdušni pritisak, vetar, vlažnost vazduha, oblačnost, padavine i drugo), zatim tendencija promene klime usled brze urbanizacije, razvoja industrije i saobraćaja, povećanja temperature vazduha u gradu (toplotno ostrvo) i njegovog zagađenja od produkata sagorevanja.

Zbog složenog reljefa, blizine velikih reka, različitih prepreka, kao i srazmerno visoke zagađenosti vazduha na području grada Beograda postoje znatne deformacije polja meteoroloških elemenata u prizemnom sloju atmosfere u odnosu na urbane sredine.

To potvrđuju i podaci meteoroloških merenja i osmatranja koja se vrše na većem broju mernih punktova u okviru stalne mreže meteoroloških stanica na području Beograda i okoline, kao i u okviru dopunskih kompleksnih merenja fizičkih i hemijskih parametara najnižeg sloja atmosfere.

Ova ispitivanja su značajna ne samo za proučavanje vremena i klime Beograda nego i sa aspekta praktične primene ovih rezultata u privrednim i drugim aktivnostima, posebno u planiranju sistema grejanja u smislu racionalne potrošnje energije, u saobraćaju, građevinarstvu, elektroprivredi, komunalnoj i stambenoj delatnosti turizmu i drugim privrednim delatnostima.

Posebna pažnja posvećuje se metodologiji merenja i obradi podataka u svrhu korišćenja novih atmosferskih izvora energije, a pre svega energije vetra i sunčevog zračenja.

Za prostorno planiranje gradova ili grupe objekata, industrijskih zona, aerodroma, rekreacionih centara i sportskih objekata potrebno je raspolaganje sa specijalnim meteorološkim merenjima, mikrometeorološkim i mikroaerološkim merenjima. Na osnovu ovih i drugih merenja po zahtevu privrednih organizacija izrađuju se studije, elaborati, ekspertize i programi o meteorološkim uslovima.

10. јануара — Среда

ДНЕВНИ БИЛЕТЕН

ОПСЕРВАТОРИЈЕ

1907. год. — № 8.

МЕСТА	У 7 САТИ ИЗЈУТРА: Барометар сведен на ниво морски у mm.	Температура ваздуха у C°	Ветар правац и јачина	Облачност и време	Висина воде од кише, снега за 24 с. у mm. (од јуче у 7 до јутрос у 7 с.)	Температура ваздуха C°: Највећа јуче	Најмања јутрос
Ковиљача	—	—	—	—	—		
Ваљево	786.1	— 21·4	СЗ тих	ведро	—	— 5	— 26
Ужице	786.4	— 21 8	тишина	»	—	17	— 27
Београд	785.8	— 16.9	И тих	облачно 2/4	—	— 3	— 18
Смедерево	787.3	— 17.3	Ј И тих	облачно 2/4	—	— 12	— 19
Аранђеловац	785.7	— 23.0	тишина	облачно 3/4	—	— 14	— 26
Крагујевац	785.3	22.6		облачно 1/4	—	— 35	— 23
Врњци	785.1	— 23.[illegible]	С јак	облачно 3/4	—	— 10	— 26
Соко-Бања	785.9	— 16.7	И тих	облачно 2/4		— 5	— 23
Ниш	783.4	— 18.0	С З тих	ведро	—	— 12	— 21
Лесковац	786.3	— 18.4	тишина	облачно 2/4	—	—	—
Врање	786.2	— 17.5	С З тих	облачно 1/4	—	— 10	— 19
Књажевац	—	—	—	—	—	—	—
Зајечар	—	—	—	—	—	—	—
Буково	789.2	— 1.8	С С З тих	облачно	—	—	—
Букурешт	789.9	— 19.2	З слаб	ведро	1	— 14	— 19
Софија	—	—	—	—	—	—	—
Атина	—	—	—	—	—	—	—
Цариград	—	—	—	—	—	—	—
Одеса	—	—	—	—	—	—	—
Сарајево	783.7	22.2	тишина	облачно 2/4	×	×	×
Фијума	77[illegible]	— 10.0	С И јак	облачно	×	×	×
Лесина	772.7	2.0	И С И тих	»	×	×	×
Рим	—	—	—	—	—	—	—
Ница	—	—	—	—	—	—	—
Париз	—	—	—	—	—	—	—
Пешта	788.3	— 12.6	С тих	ведро	×	×	×
Беч	789.4	— 19.8	тишина	магла	×	×	×
Праг	789.8	— 17.6	И С И слаб	облачно	×	×	×
Берлин	792.4	— 17.2	тишина	ведро	×	×	×

ПОСМАТРАЊА СА БЕОГРАДСКЕ МЕТЕОРОЛОШКЕ СТАНИЦЕ *)

I

Ваздушни притисак, температура ваздуха, апсолутна и релативна влажност, наоблаченост, количина (висина) падежа (воде од кише, снега и т. д.), број дана: кишних, непогодних, са маглом и са градом, у Београду од Децембра 1887. до Децембра 1888.

ЗА КОЈЕ ВРЕМЕ	Ваздушни притисак у милиметрима: средња	највећа	најмања	Температура ваздуха у Целзијевим степенима: средња	највећа	најмања	Апсолутна влажност у милиметрима: средња	највећа	најмања	Релативна влажност у процентима: средња	највећа	најмања	Наоблаченост од 0 до 10	Висина воде (од кише снега и т. д.) у милиметрима	Број кишних (и снежних) дана	Број непогодних дана	Број дана са градом	Број дана са маглом
1887. Децембар	752,6	767,5	733,8	-5,6	8,5	—22,8	3,1	7,2	0,7	89	100	49	7,3	99,2	19	0	0	10
1888. Јануар	53,3	66,9	35,1	—4,6	8,6	—18,4	2,9	5,2	1,0	83	100	52	6,5	42,5	17	0	0	8
» Фебруар	48,5	58,7	34,2	—0,5	14,8	—13,5	3,4	7,4	1,4	72	96	30	5,5	60,2	13	0	0	2
» Март	45,1	55,1	35,1	11,3	25,4	1,6	5,9	10,6	3,3	60	96	19	7,1	44,3	14	0	0	0

REZULTATI 100-GODIŠNJIH MERENJA U METEOROLOŠKOJ OPSERVATORIJI NA VRAČARU

Na osnovu rada mnogih generacija od 1887. do 1987. godine došlo se do zaključka da Beograd i njegova šira okolina ima umereno kontinentalnu klimu. Ova klima čini prelaz od termičkih uslova na atlantskom i jadranskom primorju prema uslovima potpuno kontinentalnih krajeva kao što je oblast Karpata.

U svako doba godine često se pravilno pojavljuju topliji i hladniji periodi, kao pozna zima sredinom februara, prodori hladnog vazduha u početku maja, zahlađenje i vrlo nestabilan period sredinom juna i poznomiholjsko leto krajem septembra i početkom oktobra. Što se tiče padavina Beograd ima veoma povoljne uslove jer sa porastom temperature povećavaju se količine padavina i obratno. Godišnja raspodela padavina ima prelazni tip od jadranskog prema srednjeevropskom kontinentalnom tipu. Najveće količine padavina ima kraj proleća i početak leta što je veoma povoljno za vegetaciju, dok najmanje padavina ima kraj zime. Jedna od odlika klime Beograda je poznati jak jugoistočni vetar — košava koji često duva u periodu oktobar—april.

Najtopliji jul — najhladniji januar
Najviša temperatura 41,8°C i najniža minus 26,2°C

Napred pomenuta 100-godišnja merenja pokazuju da je u Beogradu najtopliji mesec jul sa srednjom temperaturom 22,0°C, a najhladniji januar sa srednjom temperaturom minus 0,2°C.

Tabela 1. — (1888—1985) Mesečne i godišnje srednje temperature vazduha

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
—0,2	1,5	6,6	11,9	16,8	20,0	22,0	21,4	17,7	12,4	6,7	2,2	11,6°

U pojedinim godinama jul nije uvek najtopliji niti januar najhladniji mesec. Tako je u periodu 1888. do 1982. godine u toku leta jun bio 7, jul 56 i avgust 35 puta najtopliji mesec u godini. U toku zime za isti period decembar je 16, januar 56 i februar 25 puta bio najhladniji mesec u godini.

Najviša temperatura — apsolutni maksimum 41,8°C izmerena je u Beogradu dva puta, 12. avgusta 1921. i 9. septembra 1946. godine u toku najtoplijeg leta ovog veka. Najmanja vrednost temperature — apsolutni minimum, minus 26,2°C izmenerena je 10. januara 1893. godine u jednoj vrlo hladnoj zimi.

Prema tome apsolutno kolebanje temperature u Beogradu je 68°C što ukazuje na stepen kontinentalnosti klime. Srednji datum prvog mraza je 5. novembar i poslednjeg mraza 26. mart, odnosno mrazni period traje u proseku oko 141 dan.

Najtopliji mesec u godini jul ima u Beogradu oko 24 letnja i oko 12 tropskih dana kada je maksimalna temperatura više od 30°C. Januar u proseku ima oko 22 dana sa mrazem i oko 10 ledenih dana kada je temperatura stalno ispod 0°C.

Evo pregleda najhladnijih i najtoplijih godišnjih doba od 1887. do 1987. godine

Sezonske srednje	Najhladnije			Najtoplije		
Zima (1,2)	1890/91	temp.	—4,5°C	1950/51 i 1976/77	temp.	4,9°C
Proleće (11,8)	1929.	temp.	9,5°C	1934.	temp.	15,4°C
Leto (21,1)	1913	temp.	18,6°C	1946.	temp.	24,5°C
Jesen (12,3)	1912	temp.	8,5°C	1923.	temp.	15,6°C

Na primer, najhladnije zime (1890/91 i 1928/29), u Beogradu imale su 45 do 51 ledeni dan i dugo zadržavanje snežnog pokrivača, dok je najtoplija zima 1950/51 godine imala samo jedan ledeni dan i jedan dan sa snežnim pokrivačem.

Najtoplije leto (1946) u Beogradu imalo je 48 tropskih dana i 28 dana sa kišom i pljuskovima, dok je najhladnije leto 1913. imalo samo 2 tropska dana i 53 dana sa kišom i pljuskovima (prosek je 26 tropskih dana i 32 dana sa kišom).

100-godišnja statistika pokazuje da je posle veoma toplih zima leto bilo umereno toplo i nestabilno, a posle veoma hladnih zima proleća su bila hladnija i leta umereno topla sa padavinama oko dugogodišnjeg proseka.

Najviše padavina u juni i maju — najmanje u februaru Najveća dnevna količina kiše 92,4 litara izmerena 15. jula 1890. godine.

100-godišnja merenja pokazuju da u Beogradu padne godišnje prosečno 669,8 mm kiše i snega. U najkišovitijoj godini 1937. izmereno je 985 mm i u najsuvljoj 1907. samo 323 mm. Najveća srednja mesečna količina padavina od 84,2 mm javlja se u junu, a ponekad u maju koji ima u proseku 72,7 mm. Najmanja mesečna količina javlja javlja se u februaru, samo 39,1 mm. Prema tome kraj proleća i početak leta imaju u Beogradu najveće količine padavina, a kraj zime najmanje.

Tabela 2. — (1888—1985). Srednje količine padavina

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
43,3	39,1	44,7	56,7	72,7	84,2	65,5	54,4	47,7	55,1	54,4	52,0	669,8

U toku godine Beograd ima u proseku 120 dana sa kišom i 27 sa snegom. Sneg se javlja od oktobra do maja. Srednji datum prvog snega je 23. novembar i poslednjeg snega 21. mart. Najkasniji sneg pao je 11. maja 1953. godine kada je zabeleo olistalo drveće u gradu. Srednji datum prvog snežnog pokrivača je 3. decembar i poslednjeg 5. marta. Najveći broj dana (89) sa snežnim pokrivačem zabeležen je u toku najhladnijih zima 1890/91 i 1941/42. godine, a najmanji broj, samo 1 dan u toku najtoplije zime ovog veka 1950/51. god.

Od kako se vrše sistematska merenja, najveća visina snežnog pokrivača od 80 santimetara izmerena je u Beogradu na dan 3. februara 1962. godine.

U poslednjih 25. godina zapaženo je povećanje količine padavina, zatim manje sniženje letnje i manje povećanje zimske temperature. To se može tumačiti uticajem urbane sredine i preovlađujućim zonalnim strujanjem (zapadnim vetrovima) iznad Panonske nizije i Balkanskog poluostrva.

GODIŠNJI PLAN RADA IZ NAUČNO-TEHNIČKE METEOROLOŠKE SEKCIJE

Septembar (8 časova)

Pojam meteorologije kao nauke koja proučava sve fizičke procese u atmosferi, kao i pojave na samoj zemljinoj površini.

Metodi ispitivanja u meteorologiji baziraju se na merenjima i posmatranjima. Opšti zadaci meteorologije.

Podela meteorologije na: opštu meteorologiju, dinamičku meteorologiju, sinoptičku meteorologiju i aerologiju. Za razne potrebe privrede i države postoje naročite grane meteorologije: mikrometeorologija, agrometeorologija, vazduhoplovna, pomorska, tehnička, biološko-medicinska.

Razvoj meteorologije od Aristotela (350 godina pre nove ere) do pojave radara i satelita u 20. tom veku.

Oktobar (8 časova)

Prizemna meteorološka merenja na glavnim i običnim meteorološkim stanicama (GMS i OMS). Meteorološki krug i mreža meteoroloških stanica. Osmatranje pojava i meteoroloških fizičkih veličina.

Merenje temperature vazduha (običan, maksimalni, minimalni). Tri međunarodne skale za merenje temperature (Celzijeva, Reomira, Farenhajta). Merenje vlažnosti vazduha sa psihometrom i higrometrom. Relativna vlažnost i napon vodene pare. Merenje atmosferskog pritiska sa živinim barometrom. Normalan atmosferski pritisak i merenje pritiska (svođenje na temperaturu O°C i na nivo mora). Merenje pravca i brzine vetra. Anemometar i anemograf. Boforova skala.

Areološka merenja su potrebna za analizu stanja atmosfere. Radiosodažni sistem „Digicora" daje podatke

o temperaturi, vlažnosti, atmosferskom pritisku, pravcu i brzini vetra do visine 20—40 kilometara.

Radarska merenja oblaka i oblačnog sistema u poluprečniku 25 do 300 kilometara.

Novembar (8 časova)

Elementarne nepogode i katastrofe- referati sa savetovanja u Budvi (oktobar 1986). To su: zemljotresi, atmosferske nepogode i nepogode na rekama, rudarske katastrofe, požari, tehničko-tehnološke katastrofe.

Uzroci atmosferskih nepogoda u vazdušnoj masi i na frontu. Te pojave su: jak grad, jaka električna pražnjenja, velike količine kiše, visok snežni pokrivač, orkanski udari vetra, guste magle, jake inverzije temperature vazduha, zagađenost vazduha. Nepogode na rekama su: poplavni talasi, formiranje leda na rekama, zagađenost voda.

Decembar (8 časova)

Uslovi pojave grada u masi i na hladnom frontu. Uticaj visinskog ciklona i centra hladnoće na kartama relativne topografije. Aktivnost frontalne zone i veliki kontrasti temperature.

Jaki-olujni i orkanski vetrovi javljaju se u oblastima niskog atmosferskog pritiska u oblasti ciklona. Primeri jakih udara vetra pri košavi, jugozapadnom i severozapadnom vetru. Olujni vetrovi pri nailasku kumulonimbusa.

Bujična poplava u slivu Vlasine 26. juna 1988. godine kao posledica jakih pljuskova kiše u desnim pritokama.

Januar (4 časa)

Vreme i saobraćaj u toku leta. Nepovoljne vremenske situacije su za vreme nepogoda, za vreme tropske vrućine i pojave sparine.

U zimskom periodu nepovoljna vremenska situacija za saobraćaj je pri pojavi guste magle, poledice, visokog snenžog pokrivača i stvaranja nanosa.

Februar (6 časova)

Meteorologija je prisutna svakog dana u sredstvima javnog informisanja (radio, televizija, štampa). Izdaju se bilteni i prognoze. Lokalne radio stanice svakog časa saopštavaju časovna meteorološka mrenja, a prema potrebi i upozorenja.

Mart (8 časova)

100 godina od osnivanja i rada Meteorološke opservatorije u Beogradu. U ovoj opservatoriji počela su meteorološka, astronomska, sezmološka i geomagnetna merenja. Osnivač Astronomske i meteorološke opservatorije je Milan Nedeljković, profesor Velike škole i Univerziteta. Razdoblje od 1900. do 1906. godine bilo je najplodnije u pogledu razvoja meteorologije u Srbiji. Period Pavla Vujevića od 1924 do 1947. godine. 40 godina rada Meteorološke opservatorije u Hidrometeorološkoj službi Srbije.

April (8 časova)

Rezultati 100-godišnjih merenja u Meteorološkoj opservatoriji. Posebno analiza temperature vazduha i padavina. Prikaz publikacija.

Poseta Meteorološkoj opservatoriji (Bulevar JNA 8.)

Maj i jun (10 časova)

Poseta Republičkom hidrometeorološkom zavodu SR Srbije (Kneza Višeslava 66).

Priprema za takmičenje, republička i savezna takmičenja.

SADRŽAJ